Bundesministerium für Bildung,
Wissenschaft, Forschung und Technologie

Forschungsbericht
Ganzheitliche Bewertung / Fallstudien

Verbund:
"Ganzheitliche Bilanzierung/Bewertung von Reinigungs-/ Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung"

Projektpartner:

Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e.V.
Projektleiter: Dr. H.-P. Wilbert
FKZ: 01ZE9508/6

Institut für Technische Chemie der FSU Jena
Projektleiter: Prof. Dr. G. Kreisel
FKZ: 01ZH941 C

Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung
Projektleiterin: Dr. G. Goldhan
FKZ: 01ZH9501/6

Jena, Dezember 1998

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des BMBF unter den Förderkennzeichen 01ZE9508/6, 01ZH941 C und 01ZH9501/6 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.

Vorbemerkung:

Der Abschlußbericht ist projektbezogen und kein *Bericht an Dritte* im Sinne der ISO/EN/DIN 14040. Alle für einen *solchen* Bericht notwendigen Angaben sind in diesem Dokument enthalten.

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN -	2. Berichtsart Abschlußbericht
3a. Titel des Berichts Ganzheitliche Bilanzierung/Bewertung von Reinigungs-/Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung	
3b. Titel der Publikation -	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n))	5. Abschlußdatum des Vorhabens 30.06.1998
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) -	6. Veröffentlichungsdatum -
	7. Form der Publikation Bericht
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e.V. (DGO) Horionplatz 6 40213 Düsseldorf	9. Ber.Nr. Durchführende Insitution -
	10. Förderkennzeichen *) 01 ZE9508
	11a. Seitenzahl Bericht 665
	11b. Seitenzahl Publikation -
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) 53170 Bonn	12. Literaturangaben 118
	14. Tabellen 91
	15. Abbildungen 91
16. Zusätzliche Angaben -	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) -	

18. Kurzfassung

Ziel des Vorhabens ist, die mit Reinigungs- und Vorbehandlungstechnologien der Oberflächenbehandlung verbundenen Umweltlasten zu ermitteln und zu bewerten.

Gegenstand der Untersuchungen sind Systeme der industriellen Teilereinigung auf der Basis
- ◆ halogenierter Kohlenwasserstoffe,
- ◆ nicht halogenierter Kohlenwasserstoffe und
- ◆ wäßriger Systeme,

die heute etwa 90 % des deutschen Marktes bestimmen und für eine Vielzahl von Reinigungsaufgaben alternativ eingesetzt werden können.

Als zielgerechtes Instrument zur Bearbeitung dieser Aufgabenstellung wurde die Ökobilanz gewählt. Unter Berücksichtigung internationaler Normierungsbestrebungen für Produkt-Ökobilanzen (ISO 14040 ff) wird eine Methodik für die ökologische Bilanzierung technischer Verfahren entwickelt und in ein EDV-Programm umgesetzt. Für die oben genannten drei alternativen Verfahren werden anhand dieser Methodik Daten zu den Energie- und Stoffflüssen und zu ökonomischen Faktoren erhoben, welche anschließend einer ökologischen Wirkungsabschätzung und einer betriebswirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Analyse unterzogen werden. Durch die Ergebnisse dieses Projektes sollen Industrie und Politik in die Lage versetzt werden,
- ◆ mit Reinigungsverfahren verbundene Stoff- und Energieströme zu bilanzieren,
- ◆ die damit verbundenen umweltrelevanten und ökonomischen Aspekte zu untersuchen,
- ◆ Schwachstellen und Optimierungspotentiale in der Verfahrens-/Prozeßkette zu identifizieren und
- ◆ Hilfestellung bei der Vorbereitung von Investitionen und bei politischen Entscheidungen zu erhalten.

19. Schlagwörter
Ganzheitliche Bilanzierung, Reinigungsverfahren, Oberflächenbehandlung

20. Verlag -	21. Preis -

*) Auf das Förderkennzeichen des BMBF soll auch in der Veröffentlichung hingewiesen werden.

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN -	2. Type of Report Final report
3a. Report Title Integrated Assessment of Technologies of Industrial Component-Cleaning and -Pretreatment	
3b. Title of Publication -	
4a. Author(s) of the Report (Family Name, First Name(s))	5.End of Project 30.06.1998
4b. Author(s) of the Publication (Family Name, First Name(s)) -	6. Publication Date -
	7. Form of Publication report
8. Performing Organization(s) (Name, Address) Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e.V. (DGO) Horionplatz 6 D-40213 Düsseldorf	9. Originator's Report No. -
	10. Reference No. 01ZE9508
	11a. No. of Pages Report 665
	11b. No. of Pages Publication -
13. Sponsoring Agency (Name, Address) Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) 53170 Bonn	12. No. of References 118
	14. No. of Tables 91
	15. No. of Figures 91
16. Supplementary Notes -	
17. Presented at (Title, Place, Date) -	

18. Abstract

The purpose of this project is to assess and evaluate the environmental impact and the economic costs associated with processes of industrial component-cleaning and -pretreatment.

Cleaning applications based on
- ◆ halogenated hydrocarbons,
- ◆ non halogenated solvents and
- ◆ water-soluble substances

will be taken into consideration. They presently represent about 90% of the German market. By analysing alternative processes, strategies shall be developed to reduce the environmental impact.

Based on the ISO-method of Life Cycle Assessment of products a method for the ecological assessment of technical processes will be developed and realised in a software program. For the three cleaning applications mentioned above, the material- and energy-flows as well as the cost-flows will be assessed and subsequently subjected to an ecological impact-assessment, respectively to an economic expenses-benefit-analysis. This study intends to enable both, policy and industry:
- ◆ to assess process-related material- and energy-flows,
- ◆ to investigate the environmental and economic aspects associated with these flows,
- ◆ to identify opportunities to improve environmental and economic aspects in a process-chain and
- ◆ to support decision-making for investments or governmental directives.

19.Keywords Integrated Assessment, Industrial Cleaning, Surface Treatment	
20. Publisher -	21. Price -

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart
-	Abschlußbericht

3a. Titel des Berichts
Ganzheitliche Bilanzierung/Bewertung von Reinigungs-/Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung - Teilvorhaben 2
3b. Titel der Publikation
-

4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) Striegel, Gabriel; Hoffmann, Elke; Ruhland, Alexander; Bürglen, Beate; Kreisel, Günter	5. Abschlußdatum des Vorhabens 30.06.1998
	6. Veröffentlichungsdatum -
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) -	7. Form der Publikation Bericht
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Friedrich Schiller Universität Jena Institut für Technische Chemie Analyse Technischer Systeme, Ökobilanzen Lessingstraße 12 D 07743 Jena Tel.: 03641/948401; Fax: 03641/948402	9. Ber.Nr. Durchführende Insitution -
	10. Förderkennzeichen *) 01 ZH 941C
	11a. Seitenzahl Bericht 665
	11b. Seitenzahl Publikation 665
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) 53170 Bonn	12. Literaturangaben 118
	14. Tabellen 91
	15. Abbildungen 91

16. Zusätzliche Angaben
-

17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)
-

18. Kurzfassung

In Zusammenarbeit der Projektpartner wurde ein Tool bestehend aus methodischer Handlungsanleitung, Datenbank und Software zur Bilanzierung technischer Verfahren entwickelt und für den Vergleich und die Optimierung von Verfahren der industriellen Teilereinigung beispielhaft angewendet. Für die drei häufigsten am Markt vertretenen Verfahren - Reinigung mit CKW, NHKW und wäßrigen Systemen - wurden 16 ausgewählte Beispielanlagen untersucht. Das Verbundvorhaben wurde durch Mitarbeiter der FSU Jena koordiniert.

Schwerpunkte der FSU im Projekt waren die Konzeption und Durchführung der Datenerhebung inklusive Messungen an den Anlagen vor Ort sowie die Aufbereitung der Daten bis zur Eingabe in die Software. Es wurden die Sachbilanzdaten für die Reinigungsmittel, Hilfs- und Betriebsstoffe ermittelt sowie die Datenerhebung zu den ökonomischen Parametern durchgeführt.

Im Rahmen der Zusammenarbeit bei der Methodenentwicklung wurde bzgl. Ziel und Untersuchungsrahmen speziell zur Auswahl der Anlagen und der Festlegung der Nutzeneinheit gearbeitet. Zur Sicherung der Vergleichbarkeit von Verfahren auf Basis konkreter Anlagenbeispiele wurde eine Methode der meßwertbasierten Prozeßsimulation entwickelt und in zwei verschiedenen Szenarien (betriebs- und anlagenspezifisch) für alle in Reinigungsaufgabenkategorien zusammengefaßten Anlagen angewendet. Zusätzlich wurden potentielle lokale, arbeitsplatzbezogene Wirkungen ausgewertet. Die Auswertung der Bilanzergebnisse wurde in Zusammenarbeit mit der DGO geleistet.

19. Schlagwörter

LCA, Ökobilanzierung; Verfahren der industriellen Teilereinigung; funktionelle Äquivalenz von Prozessen, meßwertbasierte Prozeßsimulation

20. Verlag	21. Preis
-	-

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN -	2. Type of Report Final Report
3a. Report Title Integrated Assessment of Cleaning/Petreatment Technologies in Surface Treatment. Part 2	
3b. Title of Publication -	
4a. Author(s) of the Report (Family Name, First Name(s)) Striegel, Gabriel; Hoffmann, Elke; Ruhland, Alexander; Bürglen, Beate; Kreisel, Günter	5.End of Project 30.06.1998
4b. Author(s) of the Publication (Family Name, First Name(s)) -	6. Publication Date -
	7. Form of Publication report
8. Performing Organization(s) (Name, Address) Friedrich Schiller Universität Jena Institut für Technische Chemie Analyse Technischer Systeme, Ökobilanzen Lessingstraße 12 D-07743 Jena Tel.: 03641/948401; Fax: 03641/948402	9. Originator's Report No. -
	10. Reference No. 01 ZH 941C
	11a. No. of Pages Report 665
	11b. No. of Pages Publication -
13. Sponsoring Agency (Name, Address) Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) 53170 Bonn	12. No. of References 118
	14. No. of Tables 91
	15. No. of Figures 91
16. Supplementary Notes -	
17. Presented at (Title, Place, Date) -	
20. Publisher -	21. Price -

18. Abstract

In cooperation of the project partners a tool was developed consisting of a methodology, a data bank and a software to assess technological processes. This tool was applied to processes of industrial metal cleaning in order to compare them and find out optimization potentials. In total 16 cleaning plants were assessed with regard to the three most frequent cleaning technologies – cleaning applications based on halogenated hydrocarbons, non halogenated solvents and water-soluble substances. The project was coordinated by the FSU Jena.

Focal points of the work of the FSU in the project were to design and apply a concept for capture of data for the technological processes including measurements at the machines and to prepare inventory data for software input. Inventory data were prepared as well for cleaning-agents and auxiliary substances. Data collection was carried out for the economical parameters.

Cooperating in method development FSU worked especially in the field of goal and scope definition concerning the selection of the machines to be assessed and the definition of the functional unit. In order to enable a comparison of processes on the basis of individual machines a method of empirical process simulation was developed. For all machines grouped in cleaning task categories two different scenarios (company- and machine-specific) were calculated. Additionally potential local impacts at the working place were assessed. The interpretation of the balance results was done together with the DGO.

19.Keywords
Life Cycle Assessment; Processes of Industrial Metal Cleaning/ Degreasing; Comparative LCA; Functional Equivalence of Processes; Empirical Process Simulation

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN -	2. Berichtsart Abschlußbericht
3a. Titel des Berichts Ganzheitliche Bilanzierung/Bewertung von Reinigungs-/Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung - Teilvorhaben 3	
3b. Titel der Publikation -	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) Dr. Goldhan, Gertaud; Diers, Anette; Günther, Albrecht; Kothe, Cord; Sauerer, Agnes	5. Abschlußdatum des Vorhabens 30.06.1998
	6. Veröffentlichungsdatum -
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) -	7. Form der Publikation Bericht
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung Abteilung Systemanalyse Giggenhauser Straße 35 D-85354 Freising	9. Ber.Nr. Durchführende Insitution -
	10. Förderkennzeichen *) 01ZH9501/6
	11a. Seitenzahl Bericht 665
	11b. Seitenzahl Publikation
	12. Literaturangaben 118
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) 53170 Bonn	14. Tabellen 91
	15. Abbildungen 91
16. Zusätzliche Angaben -	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) -	

18. Kurzfassung

In Zusammenarbeit der Projektpartner wurde ein Tool bestehend aus methodischer Handlungsanleitung, Datenbank und Software zur Bilanzierung technischer Verfahren entwickelt und für den Vergleich und die Optimierung von Verfahren der industriellen Teilereinigung beispielhaft angewendet. Für die drei häufigsten am Markt vertretenen Verfahren - Reinigung mit CKW, NHKW und wäßrigen Systemen - wurden 16 ausgewählte Beispielanlagen untersucht.

Die Arbeitsschwerpunkte des Fraunhofer IVV innerhalb des Projektverbundes waren die Methodenentwicklung zur Abbildung der Umweltlasten (Sachbilanz und Wirkungsabschätzung) für technische Verfahren und deren Anwendung auf die ausgewählten Reinigungsverfahren, die Methodenentwicklung zur Quantifizierung der Systemkosten abgeleitet aus den Effekten ökologisch motivierter Handlungsmaßnahmen für die Reinigungsanlage selbst, die Umsetzung der Methodenentwicklungen in eine Software (PUROLIT), die Strukturierung und Datenerhebung zur Entsorgung und zur Verwertung der Abfälle aus Reinigungsanlagen, sowie die Validierung und Eingabe der eigenen und der von den Bearbeitern der FSU Jena erhobenen Daten in die Software und die Berechnung der Bilanzergebnisse. Als zusätzliche Instrumentarien für den Anwender wurden vom Fraunhofer IVV eine Handlungsanleitung zur Erstellung von Ökobilanzen, ein Software-Handbuch mit Beispielanwendungen und ein Datenerhebungsbogen für die Entsorgung/Verwertung der Abfälle aus den Reinigungsanlagen erarbeitet. Für die Software PUROLIT können Nutzungslizenzen über das Fraunhofer IVV erworben werden.

19. Schlagwörter LCA, Ökobilanz, technische Verfahren, Umweltlasten, Systemkosten, industrielle Teilereinigung, Ökobilanzsoftware, Reinigungsanlagen	
20. Verlag	21. Preis-

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. Type of Report
-	Final Report

3a. Report Title
Integrated Assessment of Cleaning/Pretreatment Technologies in Surface Treatment. Part 3

3b. Title of Publication
-

4a. Author(s) of the Report (Family Name, First Name(s))
Dr. Goldhan, Gertraud; Diers, Anette; Günther, Albrecht; Kothe, Cord; Sauerer, Agnes

4b. Author(s) of the Publication (Family Name, First Name(s))
-

5.End of Project
30.06.1998

6. Publication Date
-

7. Form of Publication
report

8. Performing Organization(s) (Name, Address)
Fraunhofer Institute for Process Engineering and Packaging
Dep. of Systems Analysis
Giggenhauser Strasse 35
D-85354 Freising
Germany

9. Originator's Report No.
-

10. Reference No.
01ZH9501/6

11a. No. of Pages Report
665

11b. No. of Pages Publication
-

12. No. of References
118

13. Sponsoring Agency (Name, Address)

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft,
Forschung und Technologie (BMBF)

53170 Bonn

14. No. of Tables
91

15. No. of Figures
91

16. Supplementary Notes
-

17. Presented at (Title, Place, Date)
-

18. Abstract

In cooperation of the project partners a tool was developed consisting of a methodology, a data bank and a software to assess technological processes. This tool was applied to processes of industrial metal cleaning in order to compare them and find out optimization potentials. In total 16 cleaning plants were assessed with regard to the three most frequent cleaning technologies – cleaning applications based on halogenated hydrocarbons, non halogenated solvents and water-soluble substances.

Fraunhofer IVV's part in the project was: Development of a method for the representation of environmental burdens (life cycle inventory and impact assessment) of technological processes; Application of the method for selected cleaning processes; Development of a method for quantifying system costs derived from effects of environmental oriented measures regarding the cleaning plant; Translation of the method into a software (PUROLIT); Structuring and ascertaining of data for disposal and recovery of waste from cleaning plants; Validation and capture of data gathered by Fraunhofer IVV and FSU Jena; Calculation of the balance results. As additional instruments for the user Fraunhofer IVV worked out a guide for carrying out LCAs, a software manual with examples of application and a data collection sheet for disposal/recovery of waste from cleaning plants. Licences for the software PUROLIT can be acquired from Fraunhofer IVV.

19.Keywords
LCA, eco-balance, technological process, environmental burden, system costs, industrial part cleaning, LCA software, cleaning plants

20. Publisher	21. Price
-	-

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

AOX	Absorbierbare Organische Halogenverbindungen
AR	Austrag, feste Verunreinigungen; Kategorie zur Einordnung von Stoff- und Energieströmen
AbwR	Abwärme Reinigung; Kategorie zur Einordnung von Stoff- und Energieströmen
as	anlagenspezifisch
AzV	Abfall zur Verwertung; Kategorie zur Einordnung von Stoff- und Energieströmen
AzB	Abfall zur Beseitigung; Kategorie zur Einordnung von Stoff- und Energieströmen
BImSchV	Bundes-Immissionsschutz-Verordnung
bs	betriebsspezifisch
BSB	Biologischer Sauerstoffbedarf
BZ	Belastungszahl
C	Chlorkohlenwasserstoff-Anlagenbeispiel
CKW	Chlorkohlenwasserstoff(e)
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DGO	Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e.V., Düsseldorf
ECD	Electron capture detector
ElEnÖf	Elektrische Energie, öffentliches Netz; Kategorie zur Einordnung von Stoff- und Energieströmen
EnDL	Energie, Druckluft; Kategorie zur Einordnung von Stoff- und Energieströmen
EV	Einzelverbraucher
Fh-IVV	Fraunhofer Institut Verfahrenstechnik und Verpackung, Freising
FID	Flammen Ionisations Detektor
FSU	Friedrich-Schiller-Universität, Jena
GC	Gaschromatographie
I/O	Input/Output
ITC	Institut für Technische Chemie (FSU Jena)
IR	Infrarot
K	Anlagenbeispiel mit nichthalogenierten Kohlenwasserstoffen (VbF A3)
KEA	Kumulierter Energieaufwand
KSS	Kühlschmierstoff
KVA	Kritisches Volumen Arbeitsplatz
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LGA	Landesgewerbeaufsicht
LM	Lösemittel
LW	Leitungswasser

NEC	No Effect Concentration
NHKW	nichthalogenierte Kohlenwasserstoff(e); VbF A3
nwmKSS	nicht wassermischbarer Kühlschmierstoff
PER	Perchlorethen
RAK	Reinigungsaufgabenkategorien
RFA	Richtlinien für Analysen
RM	Reinigungsmittel
SeRo	Sekundärrohstoff; Kategorie zur Einordnung von Stoff- und Energieströmen
SN	Siemensnorm
Stostrint	Stoffstrom, intern; Kategorie zur Einordnung von Stoff- und Energieströmen
TRI	Trichlorethen
TRK	Technische Richtkonzentration
TRGS	Technische Richtlinien für Gefahrstoffe
TV	Technisches Verfahren
UCPTE	Union pour la Coordination de la Production et du Transport de L'Electricite
US	Ultraschall
VE-Wasser	vollentsalztes Wasser
VEintr	Verunreinigungen, Eintrag; Kategorie zur Einordnung von Stoff- und Energieströmen
Vorpr/Prod	Vorprodukt/Produkt; Kategorie zur Einordnung von Stoff- und Energieströmen
W	Anlagenbeispiel mit wäßrigem Reinigungsmedium
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
wmKSS	wassermischbarer Kühlschmierstoff

1 Zusammenfassung

Die Zusammenfassung bündelt in Form einer Kurzfassung die wesentlichen Inhalte des Abschlußberichtes. Wichtige Fachbegriffe werden im Glossar im Anhang erläutert.

1.1 Ausgangssituation

Reinigen und Vorbehandeln sind unverzichtbare Bearbeitungsschritte in allen Bereichen der metallverarbeitenden, Elektro- und Elektronikindustrie. Neben den gestiegenen Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit und die Reinigungsqualität hat vor allem die Novellierung der 2. BImSchV [1] in den 90er Jahren zu starken Veränderungen im Bereich der industriellen Teilereinigung geführt [2]. Außerdem hat die durch weitere gesetzliche Maßnahmen (z.B. das KrW-/AbfG [3]) und durch einen allgemeinen Bewußtseinswandel geförderte Sensibilisierung für ökologische Fragen die Aufmerksamkeit auch auf die Oberflächentechnik gelenkt. Schließlich zwingt der zunehmende Wettbewerbsdruck in allen Stufen der Fertigung zur ständigen Suche nach ökonomisch günstigen Prozessen.

Für das breite Spektrum an Reinigungsaufgaben werden verstärkt verfahrenstechnische Systemlösungen mit reduzierten Energie- und Materialverlusten, Emissionen und zu entsorgenden Abfällen nachgefragt. Das bedeutet, daß nicht nur der Reinigungsprozeß selbst ökologisch - ökonomisch zu optimieren ist, sondern, daß auch periphere Bereiche wie Art und Herstellung des Reinigungsmittels, Transporte und notwendige Entsorgungen in die Optimierung einbezogen werden müssen.

Für die notwendige ganzheitliche Betrachtung technischer Verfahren war bisher kein Methoden- und Datenwissen vorhanden, mit dessen Hilfe die Umweltauswirkungen des Gesamtsystems und die betriebswirtschaftlichen Kosten erfaßt und ausgewertet werden konnten.

Im Verbundprojekt "Ganzheitliche Bilanzierung/Bewertung von Reinigungs-/ Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung"* wurde hierzu ein Instrumentarium entwickelt, das Anlagenherstellern, Anwendern und Reinigungsmittellieferanten Hilfestellung geben kann.

1.2 Projektziele und Projektstruktur

Die Projektziele beziehen sich gleichermaßen auf die Entwicklung eines Tools bestehend aus methodischer Handlungsanleitung, Datenbank und Software zur ökologi-

* Das vorliegende Projekt ist eine Fallstudie zur ganzheitlichen Bewertung von Produkten und Produktion im Rahmen der Förderungen des BMBF zum produktionsintegrierten Umweltschutz (PIUS). Das Förderziel liegt in der Erarbeitung von Methoden und Instrumenten zur Analyse, Prognose und Lösung produktions- und produktbezogener Umweltprobleme.

schen und ökonomischen Beurteilung von technischen Verfahren und auf die Anwendung dieses Tools für Verfahren der industriellen Teilereinigung auf der Basis

- halogenierter, d.h. gemäß 2. BImSchV chlorierter Kohlenwasserstoffe (CKW),
- nicht halogenierter Kohlenwasserstoffe nach VbF A3 (NHKW) und
- wäßriger Reinigungssysteme.

Ziele dieser Anwendung waren die Ermittlung der mit der Verfahrensdurchführung verbundenen Umweltlasten

- für den Vergleich des alternativen Einsatzes o. g. Reinigungsverfahren und
- zur Schaffung von Grundlagen für die Optimierung der Einzelverfahren

unter jeweils ökologischen und ökonomischen Aspekten.

Um das vorhandene Wissen im Bereich der Ökobilanzierung, der Oberflächentechnik und der Verfahrensanalyse zu bündeln, zu erweitern und die Arbeiten an den Bedürfnissen der industriellen Anwender auszurichten, arbeiteten Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen im fachlichen und organisatorischen Verbund zeitlich befristet zusammen.

1.3 Methodische Arbeiten

Die bekannten Elemente der Rahmenmethodik zur Produkt - Ökobilanz nach ISO/EN/DIN 14040 [4] wurden genutzt und für die Anwendung auf Verfahren weiterentwickelt.

Besondere Schwerpunkte bei der Methodenentwicklung waren

- die Untergliederung des Bilanzraumes in einen *peripheren Bereich*, der die unmittelbar zur Erfüllung des Nutzens der Reinigungsanlage vor- und nachgelagerten Prozesse umfaßt, sowie den *Teilbilanzraum Technisches Verfahren*. Aus dem peripheren Bilanzraum wurden die Energiebereitstellung für das technische Verfahren, die Transporte, der Bereich der Entsorgung sowie die Herstellung der Reinigungsmittel/ Hilfs- und Betriebsstoffe (inklusive Energiebereitstellung und Transporte) berücksichtigt.
- die Wahl der Systemgrenzen für die beiden Teilbilanzräume.

  Für den peripheren Bereich wurden vornehmlich global - regionale Wirkungen ausgewiesen. Für den ortsfesten Bereich des Teilbilanzraumes Technisches Verfahren wurden zusätzlich Vorschriften für die Abbildung lokaler Wirkungen erarbeitet und angewendet.
- die Entwicklung eines Screenings zur Auswahl geeigneter Beispielanlagen zur Gruppierung äquivalenter Reinigungsaufgaben in Reinigungsaufgabenkategorien.
- die Festlegung der funktionellen Äquivalenz von Reinigungsanlagen zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit alternativer Verfahren durch

- die Zusammenfassung ähnlicher Reinigungsaufgaben in Reingungsaufgabenkategorien.

  In Voruntersuchungen erwies sich die Auswahl von für einen Systemvergleich geeigneten Beispielanlagen als entscheidender und ergebnisbestimmender Schritt. Da Reinigungsanlagen in der betrieblichen Praxis sehr unterschiedliche Reinigungsaufgaben zu bewältigen haben, wurden die charakteristischen Nutzenparameter analysiert und ausgewertet. Reinigungsanwendungen, die im zu reinigenden Teilespektrum (Werkstoffe, Dimension, Geometrie, Teileanordnung), der zu reinigenden Teilemenge (Durchsatz der Anlage, Arbeitszeit), der abzureinigenden Verschmutzung (Art und Menge) und der geforderten Reinigungsqualität (zulässige Restverschmutzung) eine hohe Übereinstimmung zeigten, wurden in einer Reinigungsaufgabenkategorie zusammengefaßt. Vergleichende Aussagen wurden somit nur für Alternativen der gleichen Reinigungsaufgabenkategorie getroffen.

- die Entwicklung einer meßwertbasierten Simulation zur Berechnung der Stoff- und Energieflüsse von Anlagen vor der Berechnung der Sachbilanz

  a) für einen betriebsspezifischen Vergleich anhand einer Referenz-Reinigungsaufgabe und

  b) für den anlagenspezifischen Vergleich unter zu Grunde legen einer einheitlichen Auslastung der Anlagen.

  Auf der Basis einer detaillierten Datenerhebung wurden die an den Reinigungsanlagen gemessenen Werte für die Stoff- und Energieflüsse in ihre chargen-, schmutz- und arbeitszeitabhängigen Anteile zerlegt und - bezogen auf diese Parameter - für eine Referenzaufgabe oder eine einheitliche Auslastung der Anlage neu berechnet.

- Festlegung der Nutzeneinheit: Vergleichscharge mit 32 l Chargenvolumen.

• die Erarbeitung eines Konzeptes zur Durchführung der Messungen und Aufbereitung der Meßdaten für die Gewährleistung einer einheitlichen Vorgehensweise, einer transparenten Strukturierung und der Vollständigkeit der Daten im Rahmen der Datenerhebung im Teilbilanzraum Technisches Verfahren.

• die Erarbeitung von Regeln zur Prozeßstrukturierung und Bildung von Modulen.

• die Systemkostenanalyse.

  Zusätzlich zur Methode der Umweltlastenanalyse war für den Teilbilanzraum Technisches Verfahren eine Methode zur Quantifizierung der Systemkosten zu entwickeln, in einem EDV-Tool umzusetzen und an einem Beispiel anzuwenden.

1.4 Bilanzierung von Verfahren der industriellen Teilereinigung

1.4.1 Datenerhebung und Auswertung

Um eine vollständige und konsistente Erfassung der Stoff- und Energieflüsse zu gewährleisten, wurden im Unterschied zu anderen Bilanzierungsstudien [2], [9] - [10[11[12[13] Datenerhebungen an Anlagen vor Ort durchgeführt. Insgesamt wurden 16 Reinigungsanlagen, die dem Stand der Technik entsprechen und alle gesetzlichen Regelungen einhalten, hinsichtlich ihrer Verfahrensabläufe in Bausteinen gegliedert modelliert und die auftretenden Energie- und Stoffflüsse untersucht. 12 dieser Anlagen konnten in vier Reinigungsaufgabenkategorien (mit je einem Anlagenbeispiel der untersuchten Reinigungsverfahren) gruppiert und detailliert ausgewertet werden.

Der Verfahrensvergleich anhand der von den Anlagen ausgehenden potentiellen Umweltwirkungen erfolgte für die vollständigen Reinigungsaufgabenkategorien auf Basis der anlagenspezifischen Daten.

Für eine Reinigungsaufgabenkategorie wurde zusätzlich der Einfluß unterschiedlicher Einsatzbedingungen der Anlagen anhand der auf den originalen, anlagenspezifischen und betriebsspezifischen Sachbilanzdaten basierenden Ergebnisse dargestellt und diskutiert.

Aus dem peripheren Bereich wurden die Energiebereitstellung, die Herstellung der Reinigungsmittel, der Hilfs- und Betriebsstoffe, die Transporte und die Entsorgung berücksichtigt. Hierzu sind Prozeßstrukturen modelliert und Daten erhoben worden.

Da der Einfluß der Anlagenherstellung auf das Gesamtergebnis mit Hilfe einer energetischen Signifikanzanalyse als gering abgeschätzt wurde, wurde die Herstellung der Investitionsgüter nicht mit in die ökologische Bilanzierung aufgenommen.

Im Rahmen der Wirkungsabschätzung wurden für den Gesamtbilanzraum 12 globale bzw. regionale Wirkungskategorien ausgewiesen und - beschränkt auf den ortsfesten Bereich des Teilbilanzraumes Technisches Verfahren - zusätzlich das Photochemical Ozone/Oxidant Creation Potential (POCP) und arbeitsplatzbezogene Wirkungen angegeben.

Mit den erarbeiteten Daten hat der spätere Nutzer die Möglichkeit, vorgefertigte Methoden und Daten zu Teillebenswegen zu nutzen, diese für den speziellen Anwendungsfall anzupassen bzw. eigene, neue Daten einzugeben.

Für die drei alternativen Reinigungstechnologien wurden spezifische Umweltlasten je Nutzeneinheit ermittelt. Aus der Kenntnis des Ursache - Wirkungsprinzips wurden die Quellen der Umweltlasten transparent gemacht (Schwachstellenanalyse) und, soweit das vorwettbewerblich möglich war, Vorschläge zur Optimierung der Anlagen abgeleitet.

1.4.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse wurden aus den untersuchten Beispielanlagen abgeleitet. Die Übertragbarkeit der Optimierungsvorschläge ist für jeden Anwendungsfall zu prüfen.

1.4.2.1 Optimierungspotentiale der Verfahrensalternativen

Allgemein

Bei allen drei Verfahren resultieren in fast allen Wirkungskategorien die wesentlichen Beiträge aus dem Technischen Verfahren. Somit sind auch die Optimierungspotentiale in diesem Teilbilanzraum hoch.

Der überwiegende Anteil ist dabei auf die mit der Energiebereitstellung verknüpften Umweltlasten zurückzuführen, speziell auf den Strombedarf der Reinigungsanlagen.

Aufgrund der Unterschiede im Wirkungsgrad bei der Wärmebereitstellung (z.B. zur Beheizung der Destillationsanlage) über elektrischen Strom aus dem deutschen Kraftwerksmix oder über direkte Beheizung mit einem Gas- oder Ölheizkessel ergeben sich deutliche ökologische Vorteile für die direkte Wärmebereitstellung. Es sollte daher vor allem bei großen Anlagen geprüft werden, ob eine solche Installation ökonomisch sinnvoll ist. Bei einer untersuchten Beispielanlage betrug der Amortisationszeitraum ca. 2 Jahre. Analog sollte die Möglichkeit der Nutzung vorhandener Prozeßwärme im Betrieb oder im Umfeld geprüft werden.

Des weiteren wurde deutlich, daß die Auslastung der Anlage bzw. die optimale Dimensionierung für die gegebene Reinigungsaufgabe im Betrieb eine der wesentlichen Einflußgrößen für eine ökologisch effiziente Teilereinigung darstellt. Leerlaufzeiten der Anlage sollten vermieden werden, was beispielsweise über die zusätzliche Reinigung von Werkstücken aus anderen Betriebsteilen oder über die Verkürzung der täglichen Laufzeit der Anlage erreicht werden kann.

Die Analyse des Wasserverbrauchs an den Anlagen ergab, daß der Einsatz von Wasser, insbesondere von Trinkwasser, als Kühlmedium in nicht geschlossenen Kreisläufen vermieden werden sollte.

Die Auswertung der arbeitsplatzbezogenen Wirkungen ergab keine generellen Schwachstellen bei einem bestimmten Verfahren. Die lokalen Belastungen am Arbeitsplatz werden überwiegend durch die spezifischen örtlichen Verhältnisse bedingt.

Lösemittelanlagen (CKW und NHKW)

Aufgrund des relativ hohen Energiebedarfs sollte bei Lösemittelanlagen die Destillationsleistung zur internen Aufbereitung des Lösemittels auf die eingetragene Schmutzmenge und die geforderte Reinigungsqualität optimiert werden. Ändern sich diese Parameter, so sollte die Destillationsleistung entsprechend nachgeregelt werden. Eine optimale technische Lösung dieses Problems wäre, den Grad der

Verunreinigung des Lösemittels durch ein zu entwickelndes, robustes Meßprinzip online zu bestimmen und die Destillationsleistung den Erfordernissen anzupassen.

Um Kosten, Ressourcen und Emissionen bei der Herstellung des Reinigungsmittels sowie bei Transporten zu minimieren, sollte der Destillationsrückstand, der zur Entsorgung gegeben wird, möglichst wenig wiederverwendbares Reinigungsmittel enthalten.

Mögliche Einsparpotentiale wurden auch bei der Vakuumerzeugung ausgemacht. Aus Verschleißschutzgründen fahren die eingesetzten Pumpen oft permanent unter Volllast. Bei einigen Anlagen sind technische Lösungen realisiert, die es ermöglichen die Pumpen nur dann unter Volllast zu betreiben, wenn sie gebraucht werden, beispielsweise am Anfang eines Reinigungszyklusses zum Evakuieren der Arbeitskammer bzw. am Ende zur Trocknung der Teile.

Bei den untersuchten **CKW-Anlagen**, die Filter zur Reinigung der Umluft einsetzten, ergab sich für eine Anlage, die Aktivkohlefasermatten nutzte, eine deutlich geringere Menge Sonderabfall.

Die VOC-Emissionen und damit das POCP (Potential zur Bildung von Sommersmog) der **NHKW-Anlagen** können durch eine optimierte Tiefkühlkondensation und durch Einsatz eines Aktivkohlefilters zur Reinigung der Abluft aus den Vakuumpumpen wesentlich verringert werden. Eine ungenügende Tiefkühlkondensation kann zudem, insbesondere beim Einsatz einer Warmlufttrocknung, ein Sicherheitsrisiko darstellen.

Wäßrige Anlagen

Bei Reihenanlagen mit großer offener Badoberfläche, wie sie beispielsweise durch eine aufgrund hoher Reinheitsanforderungen notwendigen großen Anzahl an Bädern erreicht wird, treten hohe Wärmeverluste mit der feuchten Abluft auf. Für eine effiziente Betriebsweise sollten solche Anlagen daher für einen möglichst hohen Chargendurchsatz konzipiert werden, d.h. daß möglichst viele Chargen parallel in den einzelnen Bädern behandelt werden können. Neben der Abstimmung des Reinigungsprogramms kann dies möglicherweise durch den Einsatz eines zweiten Fahrwagens und entsprechender Steuerungstechnik erreicht werden, eventuell ist auch die Trocknung speziell anzupassen. Es sollte geprüft werden, ob das Abdecken unbenutzter Bäder sinnvoll ist.

Bei Anlagen mit hohen Abluftströmen kann eine Nutzung der Abwärme sinnvoll sein. So könnte beispielsweise bei einer Ablufttemperatur $\geq 40\ ^{o}C$ die Abwärme durch den Einsatz statischer Wärmetauscher in der kalten Jahreszeit zur Erwärmung der Hallenluft genutzt werden.

Wie ein untersuchtes Anlagenbeispiel zeigt, treten bei Einkammer-Flutanlagen ohne offene Bäder deutlich geringere Wärmeverluste auf. Da somit der Energieverbrauch geringer ist, sollte jeweils geprüft werden, ob der Einsatz dieser Anlagenart möglich ist. Der erreichbare Durchsatz an diesen Anlagen wird die Umsetzung dieses Vorschlages möglicherweise limitieren.

Bei großen wäßrigen Anlagen können Stromspitzen durch versetztes Einschalten der Einzelbäder umgangen werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß alle Maßnahmen, die zur Einsparung elektrischer Energie führen, sich positiv auf die Reduzierung der Umweltlasten auswirken. Bei steigenden Energiepreisen führt dies zunehmend auch zu Kosteneinsparungen.

In weiteren Forschungsarbeiten sollte verstärkt der Einsatz technisch alternativer Module untersucht werden. Mit Hilfe der Prozeßmodellierung sollte die gezielte Optimierung von Anlagen bei gegebenen Einsatzbedingungen erschlossen werden.

1.4.2.2 Vergleich der alternativen Reinigungsverfahren

Die Ergebnisse zeigen das Erfordernis einer sehr differenzierten Betrachtungsweise. Eine allgemeingültige Aussage, daß eines der Verfahren generell ökologisch vorteilhaft oder ungünstig wäre, ist nicht möglich.

Allerdings zeigen sich verfahrenstypische Muster einzelner Wirkungskategorien. Beispielsweise ergeben sich bei wäßrigen Anlagen in der Regel die höchsten Beiträge bei 'Energie, erneuerbar‘ und 'Energie, nicht erneuerbar', wogegen bei CKW-Anlagen die Kategorien 'Mineralienverbrauch' und 'Sonderabfall' am höchsten sind.

Je nach Anwendungsfall können sich Vor- oder Nachteile für ein bestimmtes Verfahren ergeben. Der Vergleich der alternativen Reinigungsverfahren ist daher nur anhand konkreter Reinigungsaufgaben möglich. Bei zwei von vier untersuchten Reinigungsaufgabenkategorien zeigen sich leichte Vorteile für NHKW-Anlagen, die beiden anderen Kategorien sind relativ ausgeglichen.

Der Optimierungszustand der Anlage und der Betriebsführung haben einen starken Einfluß auf die ökologische Effizienz. Bei Investitionsentscheidungen ist zu empfehlen, die Anlage optimal auf das konkrete Reinigungsproblem abzustimmen. Dabei sollte neben der erforderlichen Reinigungsleistung vor allem die Anlagendimensionierung berücksichtigt werden. Das Vorhalten eines großen Kapazitätspuffers kann zu einer ökologisch und ökonomisch ineffizienten Betriebsweise führen.

1.4.3 Systemkostenanalyse

Die entwickelte Methode beschreibt die Vorgehensweise zur Systemdefinition, zur Festlegung des Bilanzraumes, die Gliederung der Kostenarten und Erlöse sowie Aspekte der Datenherkunft und Datenqualität. Außerdem wird das Ergebnis der Kostenberechnung in Protokollform vorgestellt.

1.5 Werkzeuge

Zur Bearbeitung der Bilanzrechnungen dieses Projektes wurde auf der Basis der Produkt-Ökobilanzsoftware EUKLID des Fraunhofer IVV das Softwaresystem PUROLIT zur ganzheitlichen Bilanzierung von Technischen Verfahren weiterentwickelt. Dazu wurde die Datenstruktur, die Menüstruktur und die Programmroutinen erweitert und für die Erstellung von Sach- und Wirkungsbilanzen von Verfahren angepaßt.

Für die Erstellung und Auswertung von Systemkostenanalysen wurden spezielle Mechanismen zur Unterstützung bei der fragestellungsbezogenen Definition eines Kontenrahmens und bei der Dokumentation von variablen Kosten und Erlösen und von Fixkosten/Fixerlösen spezifiziert und implementiert.

Zusammen mit der Software PUROLIT ist eine Datenbank entstanden, in der die Prozeß- und Stoffdaten zu allen in diesem Projekt bilanzierten Reinigungsanlagen sowie den zugehörigen Vor- und Nachleistungen enthalten sind.

Für die Software PUROLIT und diejenigen Teile der Datenbank, die keine vertraulichen Informationen beinhalten, können Nutzungslizenzen über das Fraunhofer IVV erworben werden.

Darüber hinaus wurde eine Reihe weiterer Hilfsmittel für die Bilanzierung von Reinigungsverfahren entwickelt:

- die Handlungsanleitung zur Durchführung einer Bilanz
- die Dokumentationsbögen zum Screening (Charakterisierung der Reinigungsverfahren, Dokumentation der Meßwerte und Darstellung der Ergebnisse: Reinigungsaufgabenkategorie)
- der Datenerhebungsbogen zur Datenerfassung an Reinigungsanlagen (Teilbilanzraum Technisches Verfahren)
- die Anleitung zur Ausführung der meßwertbasierten Simulation einer Reinigungsaufgabe und
- der Datenerhebungsbogen Entsorgung von Rückständen aus der metallverarbeitenden Industrie.

2 Einführung

2.1 Hintergrund und Problemstellung

In allen Bereichen der metallverarbeitenden, Elektro- und Elektronikindustrie muß die Mehrzahl der Werkstücke zwischen den einzelnen Bearbeitungs- und Montageabschnitten gereinigt werden.

In Deutschland waren 1994 etwa 30.000 - 40.000 Reinigungsanlagen in Betrieb [2]. Vor dem Erlaß der zweiten Bundes-Immissionsschutzverordnung [5] wurde dieser Bestand jeweils etwa zur Hälfte durch Anlagen die mit Halogenkohlenwasserstoffen (HKW; hauptsächlich FCKW und CKW) und mit wäßrigen Systemen arbeiten abgedeckt. Aus den gestiegenen Anforderungen an den Arbeits- und Umweltschutz, die Wirtschaftlichkeit und die Reinigungsqualität sind in den letzten Jahren verfahrenstechnische Systemlösungen mit reduzierten Energie- und Materialverlusten, sowie Emissionen und zu entsorgenden Abfällen entstanden.

Weitere Maßnahmen des Gesetzgebers zielten darauf, die Umweltlasten durch den Betrieb von HKW-Anlagen zu reduzieren [1] -[6 [7]. Der Einsatz von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) wurde verboten. Die Emission leichtflüchtiger Chlorkohlenwasserstoffe (CKW) aus dem Reinigungssektor sank im Zeitraum von 1986 bis 1992 von 70.000 t auf 18.000 t pro Jahr. Der Rückgang der Emissionen wurde zu 41 % durch betriebsinterne Rationalisierung, zu 47 % durch Substitution der CKW-Anlagen mit wäßrigen oder nicht halogenierten Reinigern (NHKW) und zu 12 % durch den Einsatz von CKW-Anlagen, die den neuen gesetzlichen Anforderungen entsprechen, erreicht [8]. Die novellierte 2.BImSchV [1] enthält einige Bestimmungen für den Betrieb von CKW-Anlagen wie z. B.:

- laufende meßtechnische Überwachung der CKW-Konzentration im Entnahmebereich,
- Öffnen der Schleuse nur bei Konzentrationen < 1 g/m³,
- Massenkonzentration in der unverdünnten Abluft ≤ 20 mg/m³,
- Zwangsabschaltung bei Konzentrationen > 1g/m³ hinter dem Abscheider.

Trotz dieser Maßnahmen ist CKW-, NHKW- und wäßrigen Reinigungssystemen *gemeinsam*, daß aus ihrem Betrieb immer noch Beeinträchtigungen der Umwelt resultieren. Es ist zu erwarten, daß die Verringerung der CKW-Emissionen durch die Substitution älterer CKW-Anlagen durch CKW-Anlagen der 3. Generation, durch W- oder NHKW-Anlagen mit Verschiebungen zu anderen Umweltlasten verbunden ist, wie z.B.:

- Zunahme des Ressourcenverbrauches durch aufwendigere Anlagenkonstruktion,

- Zunahme der Möglichkeit der Entstehung von Photooxidantien (z.B. die Bildung von bodennahem Ozon) durch die vermehrte Emission von nicht halogenierten Kohlenwasserstoff-Reinigern,
- Zunahme des Energieverbrauches für den Anlagenbetrieb bzw. für notwendige zusätzliche Anlagenbestandteile und damit auch Zunahme aller mit der Energiebereitstellung verbundenen Umweltlasten,
- höheres Abwasser- und Abfallaufkommen durch verstärkten Einsatz wäßriger Anlagen.

Für die Zukunft ist damit zu rechnen, daß die gesetzlichen Anforderungen weiter steigen werden und am Markt für das breite Spektrum der Reinigungsaufgaben verstärkt ökologisch-ökonomisch optimierte Lösungen nachgefragt werden. Das bedeutet, daß nicht nur der Reinigungsprozeß selbst zu optimieren ist, sondern daß auch periphere Bereiche, wie Art und Herstellung des Reinigungsmittels, Transporte und notwendige Entsorgungen in die Optimierung einbezogen werden müssen.

Hierzu sind Methoden- und Datenwissen erforderlich, mit deren Hilfe die immer komplizierteren Anlagen transparent und ökologisch vergleichbar bewertet werden können. Obwohl einzelne Aspekte in verschiedenen Studien betrachtet werden, liegen aus ganzheitlicher Sicht momentan keine Quantifizierungen dieser Umweltlasten vor [2], [9] - [10[11[12[13]. Des weiteren fehlt eine geeignete Methode, die eher emotionale Beurteilung alternativer Verfahren mittels wissenschaftlicher Erkenntnisse zu versachlichen. Für Anlagenhersteller, Anwender und Medienlieferanten ist zusätzlich die Kenntnis der ökonomischen Auswirkungen ökologisch motivierter Maßnahmen aus betriebswirtschaftlicher Sicht von Bedeutung.

Das Fehlen einer für den Vergleich industrieller Technologien geeigneten Methode und passender Arbeitsinstrumente (Software und Datenbanken zur Abbildung ökologischer und kostenwirtschaftlicher Fakten in Verbindung mit der Quantifizierung des Nutzeffektes), führte 1995 zu dem durch das BMBF geförderten Verbundprojekt "Ganzheitliche Bilanzierung/Bewertung von Reinigungs-/ Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung".

Teilnehmer des Projektes sind

- die Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e.V.,
  Horionplatz 6, 40213 Düsseldorf
  Ansprechpartner: Dr. Hans-Peter Wilbert, Tel.: 0211/132381; Fax: 0211/327199
- das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung
  Giggenhauser Str. 35, 85354 Freising
  Ansprechpartner: Dr. Gertraud Goldhan, Tel.: 08161/491301; Fax: 08161/491333
- das Institut für Technische Chemie der Friedrich-Schiller-Universität Jena
  Lessingstr. 12, 07743 Jena
  Ansprechpartner: Prof. Dr. Günter Kreisel, Tel.: 03641/948401; Fax: 03641/948402.

Die Koordination des Verbundvorhabens erfolgte durch die Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Technische Chemie.

2.2 Zielsetzungen des Projektes

Die Projektziele beziehen sich gleichermaßen auf die

- *Entwicklung* eines Tools (bestehend aus methodischer Handlungsanleitung, Datenbank und Software) zur Kopplung von ökologisch und ökonomisch relevanten Tatbeständen für die betriebswirtschaftliche Entscheidungsfindung und auf die
- *Anwendung* dieses Tools für Verfahren der industriellen Teilereinigung.

Das Ziel dieser Anwendung ist die Aufdeckung und Quantifizierung der Umweltlasten, die durch den Betrieb von mit unterschiedlichen Reinigungskonzepten arbeitenden Anlagen entstehen. Dabei werden die Verfahren der industriellen Teilereinigung betrachtet, die für die Mehrzahl der Anwendungsfälle alternativ eingesetzt werden können.

Untersucht wurden in Deutschland betriebene Anlagen auf der Basis von

- chlorierten Kohlenwasserstoffen (*TRI*: Trichlorethen, *PER*: Tetrachlorethen),
- nichthalogenierten, entaromatisierten Kohlenwasserstoffen (VbF A3) und
- wäßrigen Reinigungslösungen,

die zum Zeitpunkt der Datenerhebung (in den Jahren 1994 - 1997) dem Stand der Technik entsprachen. Nicht betrachtet werden wäßrige Durchlauf-Spritzanlagen, da diese andere Anwendungsfälle darstellen, die mit NHKW oder CKW-Anlagen in der Regel nicht abgedeckt werden können. Dabei handelt es sich um wäßrige Durchlaufanlagen für hohe Stückzahlen gleicher Teile, die nach besonderer Abstimmung der Anlage auf das Reinigungsgut vielfach zum Einsatz kommen.

Ein weiteres Ziel - neben dem Vergleich der alternativen Reinigungsverfahren - ist die Ermittlung der mit der Verfahrensdurchführung verbundenen Umweltlasten zur Ableitung von Optimierungspotentialen der Verfahren unter ökologischen und ökonomischen Aspekten.

2.3 Beschreibung des Untersuchungsgegenstandes

In der metallverarbeitenden Industrie werden zur Bearbeitung der Werkstücke je nach Werkstoff und Fertigungsschritt verschiedene Bearbeitungshilfsstoffe verwendet, die neben anderen fertigungsbedingten Verunreinigungen und Oberflächenbelegungen (Späne, Staub, Korrosionsschutzmittel, Fremdöl durch Leckagen u.ä.) auf der Metalloberfläche verbleiben. Sie müssen, wenn sie einen Folgeprozeß stören, abgereinigt werden.

Bearbeitungshilfsmittel sind z.B. Öle, Fette und Emulsionen, die selbst Stoffgemische darstellen und zudem eine Vielzahl von Zusätzen anderer Stoffklassen enthalten (z.B. Additive, Emulgatoren, Korrosionsinhibitoren, Biozide, Zusätze zur Verbesserung der Alterungsbeständigkeit, des Haftvermögens, der Viskosität u. dgl. m.) [14].

In der betrieblichen Praxis wird die Qualität der durchgeführten Reinigung meist über den erfolgreichen Verlauf der Nachfolgeprozesse definiert, seltener durch quantitative Vorgaben (z.B. mgC/m²). Die Folgeprozesse der Fertigung können dabei sehr unterschiedlicher Art sein (Montage, Wärmebehandlung, Lagerung, Beschichten, Kleben u.a.) und stellen sehr unterschiedliche Anforderungen an die Sauberkeit der metallischen Oberfläche, d.h. an die Qualität der Reinigung.

Die drei in der industriellen Praxis wichtigsten Verfahren zur Reinigung von Metalloberflächen mit einem Marktanteil von über 90% arbeiten auf der Basis von

- halogenierten Kohlenwasserstoffen (HKW, CKW)
- nicht halogenierten Kohlenwasserstoffen (NHKW)
- wäßrigen Systemen.

Aufgrund der verschiedenen Eigenschaften dieser Reinigungsmedien (Tab. 1), sind bei den betrachteten Verfahren für ein gegebenes Reinigungsproblem zur Erzielung einer ähnlichen Reinigungsqualität verschiedene konstruktive Ausführungen zur

- Verbesserung der Reinigungswirkung durch mechanische Unterstützung (Tab. 2)
- Trocknung der Teile (Tab. 2)
- Pflege und Aufarbeitung der Reinigungsmedien (Tab. 3)
- Emissionsminderung durch die Anlage (Tab. 3)

notwendig.

Reinigungsmedium / **Eigenschaft, Kennzahl**	wäßrige Reinigungslösungen	nichthalog., brennb. VbF A3 Lösemittel	CKW	
			PER	TRI
Dichte [g/cm³]	~1,0	0,75...0,9	1,62	1,43
Oberflächenspannung [mN/m] 20°C	30...71	24...30	32	26
Viskosität [mPa s] 20°C	~1,0	~1,25...3,0	0,88	0,58
Siedebereich [°C]	~100	170...250	121	87
Verdampfungsenthalpie [kJ/kg]	~2250	260...280	210	240
Wärmekapazität [kJ/kg K]	~4,2	1,9...2,6	0,9	0,93
Verdunstungszahl (Ether = 1)	~32	100...4.000	9,5	3
MAK [mg/m³]	-	1.000[1]	*345*[2]	*270*[2]
Geruchsschwelle [ppm]	-	sehr verschieden	5	5
Brennbarkeit - Flammpunkt [°C] - Zündtemperatur [°C] - Explosionsgrenzen [Vol-%]	- - - -	A3 - Produkte 55...105 205...370 untere: 0,6...1,2 obere: 6,5...8,5	- - - - -	- - 410 7,9

[1] TRGS 901: Kohlenwasserstoffgemische der Gruppe 1
[2] MAK zu Projektbeginn, für Trichlorethen seit 1996 und Tetrachlorethen seit 1997 ausgesetzt

Tab. 1: Ausgewählte Stoff- und Sicherheitsdaten der Reinigungsmedien

Je nach den zu reinigenden Materialien, den abzureinigenden Verunreinigungen bzw. der erforderlichen Reinigungsqualität kann sich eine der genannten Reinigungstechnologien für einen Anwender als besonders geeignet erweisen. So können z.B. Materialunverträglichkeiten, Korrosionsprobleme oder besonders schwierige Teilegeometrien die Verfahrensauswahl eingrenzen.

	Reinigung Wirkung durch		**Trocknung**
	Mechanik	Warenbewegung	notwendiger Aufwand
wäßrig	US:[1] sehr gut DF:[2] sehr gut Spr.:[3] (sehr) gut	bei allen Verfahren: Hub Drehen Schaukeln	mittel: Zwangskonvektion Vakuum
NHKW (VbF A3)	US: gut DF: gut Spr.: gut (jedoch mit Ex-Schutz)		aufwendig: Zwangskonvektion Vakuum
CKW	US: sehr gut DF: gut Spr.: gut		sehr einfach: freie Konvektion Zwangskonvektion Vakuum

[1] US: Ultraschall; [2] DF: Druckumfluten; [3] Spr.: Spritzen

Tab. 2: Anlagentechnische Optionen zur Reinigung und Trocknung für die Reinigungsmedien im Vergleich

	Aufbereitung			**Emissions-minderung**
	Feststoffe unlöslich	flüssige Stoffe. unlöslich	org. u. anorg. St. löslich	
wäßrig	Dead end - Filtration Separatoren Hydrozyclone	Schwerkraftabscheider Koalisierplattenabsch. Zentrifugen Membranfiltration	Destillation Ionenaustausch Membranfiltration	nicht notwendig
NHKW (VbF A3)	Dead end - Filtration Separatoren Hydrozyclone	Schwerkraftabscheider Koalisierplattenabsch. Zentrifugen	Destillation	Kondensation (Adsorption)* (Absorption)*
CKW	Dead end - Filtration Separatoren Hydrozyclone	Schwerkraftabscheider Koalisierplattenabsch. Zentrifugen	Destillation	Kondensation Adsorption Absorption

* nicht notwendig

Tab. 3: Anlagentechnik zur Badaufbereitung und zur Emissionsminderung an den Anlagen für die Reinigungsmedien im Vergleich

Oft wird jedoch mit einer Reinigungsanlage ein breites Spektrum von Teilen und Verunreinigungen behandelt, die die spezifischen Vorteile eines Verfahrens nicht so klar hervortreten lassen. In der jeweils geeigneten Anlagenausführung können hier für ein vergleichbares Reinigungsergebnis die o.g. Verfahren alternativ eingesetzt werden.

Nur für den Fall der möglichen alternativen Anwendbarkeit ist ein ökonomisch-ökologischer Vergleich der Technologien sinnvoll, weil nur hier die Frage nach den günstigeren ökonomischen- und Umwelt-Parametern gestellt werden kann.

2.4 Beschreibung der Untersuchungsmethode

2.4.1 Ökobilanz

In den letzten Jahren sind anthropogene Umweltbelastungen und ihre negativen Auswirkungen auf Mensch, Tier und Umwelt verstärkt in das Bewußtsein der Allgemeinheit gerückt. Auf politischer und wirtschaftlicher Ebene wurde die Notwendigkeit erkannt, Naturverbrauch und Umweltverschmutzung einzuschränken, um so die Lebensqualität des Menschen in seiner jetzigen Form zu erhalten („Nachhaltige Entwicklung"). Um die oft emotional geführte Diskussion zu objektivieren, ist ein Hilfsmittel zur Quantifizierung und Bewertung der anthropogenen Umweltbelastungen notwendig.

Ein solches Hilfsmittel stellt die Ökobilanz dar. Die Rahmenmethodik zur Erstellung von Produkt-Ökobilanzen erhielt in Form der ISO-Norm 14040 im Jahr 1997 [4] Gültigkeit.

Produkt - Ökobilanzen zeichnen sich gegenüber Betriebs - Ökobilanzen dadurch aus, daß der gesamte Lebensweg von Produkten oder Produktsystemen von der Herstellung über die Nutzungsphase bis zur Verwertung/Entsorgung („von der Wiege bis zur Bahre") betrachtet wird. Dies bedeutet, daß nicht nur die Umweltauswirkungen einzelner Produktionsabschnitte in einem Betrieb, sondern die gesamte Herstellung des Produktes ausgehend von der Förderung der Rohstoffe aus der Lagerstätte über Transporte, die Distribution und die Nutzung bis zur Verwertung/Entsorgung erfaßt werden. Die Bilanzierung und Auswertung erfolgt medienübergreifend für die Kompartimente Luft, Boden und Wasser. Dabei werden in allen Lebenswegabschnitten die maßgeblichen Input- (Energie, Rohstoffe, Wasser) und Outputströme (Abwasser, Abfälle, Emissionen, Lärm) erfaßt (Abb. 1). Das Instrument Ökobilanz ermöglicht damit, die Umweltauswirkungen von Systemen in ihrer Gesamtheit zu erfassen.

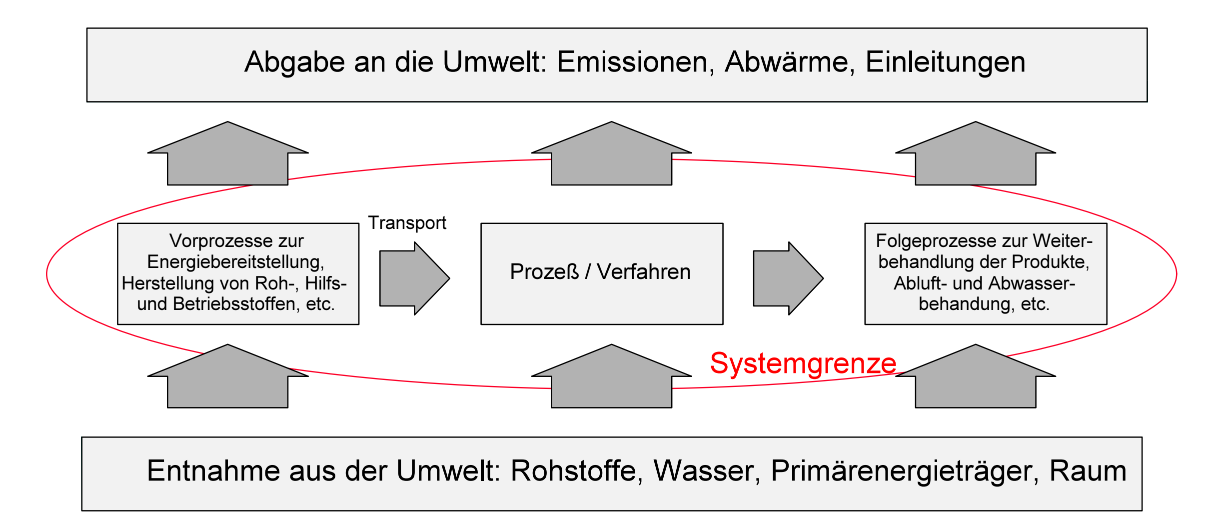


Abb. 1: Idealtypischer Abbildungsraum einer Ökobilanz (nach Kunhenn [15])

Für die Ökobilanzierung von technischen Verfahren existierten bislang keine methodischen Vorgaben. Aufbauend auf dem Stand des Wissens zur Produkt-Ökobilanzierung, war die bestehende Methode für den Bereich der technischen Verfahren weiterzuentwickeln. Dabei findet die Gliederung der Ökobilanz nach ISO/EN/DIN 14040 in die Teilbereiche

- Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens,
- Sachbilanz
- Wirkungsabschätzung und
- Auswertung

Anwendung, deren wechselseitige Verknüpfungen in Abb. 2 dargestellt sind.

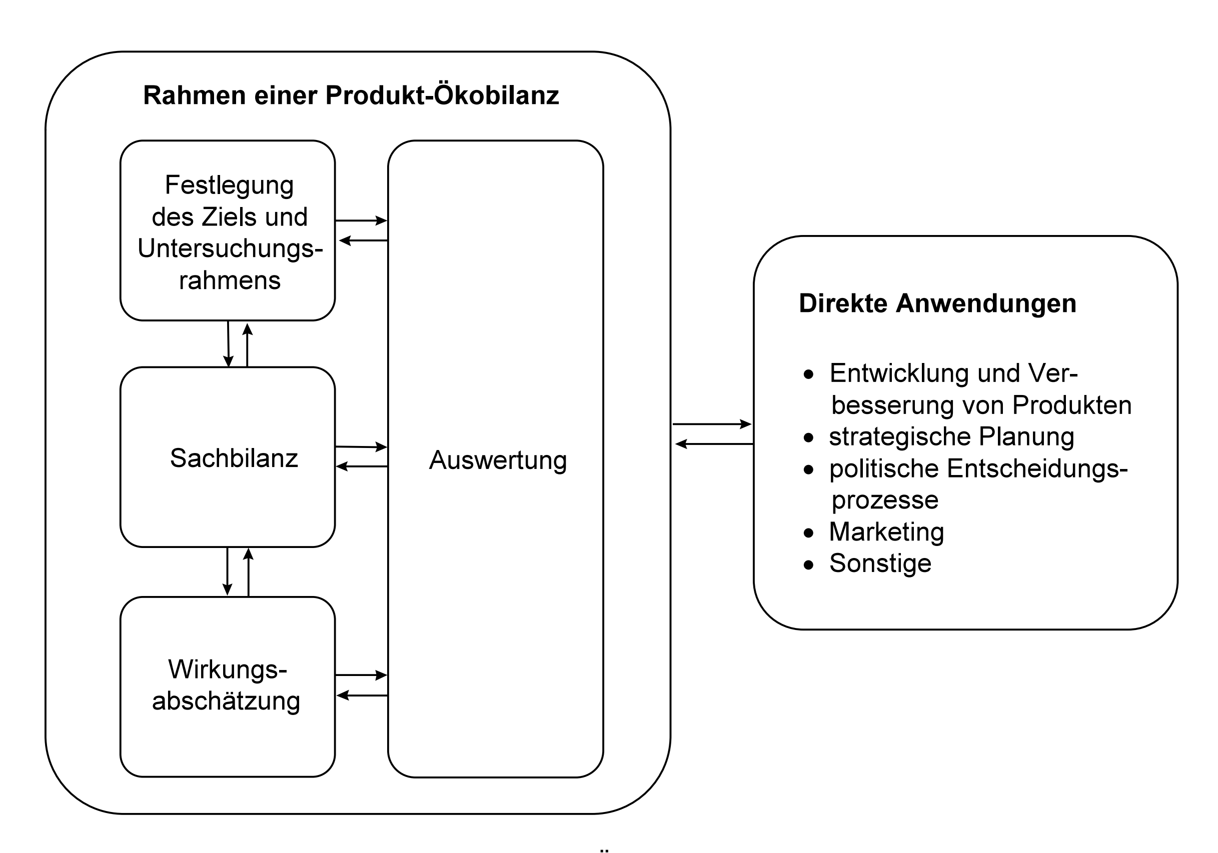


Abb. 2: Bestandteile einer Produkt-Ökobilanz (nach ISO/EN/DIN 14040 [4])

2.4.1.1 Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens

Die Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens als erstem Schritt bei der Erstellung einer Ökobilanz beinhaltet die exakte Formulierung der Fragestellung, die räumliche, zeitliche und technische Begrenzung des Systems und die Definition der Nutzeneinheit. Alle getroffenen Annahmen und Festlegungen müssen dokumentiert werden.

Mit der Festlegung des sachlichen, räumlichen und zeitlichen Erfassungsbereiches wird der Bilanzraum festgelegt, für den die Ökobilanz durchgeführt wird. Speziell für technische Verfahren wird der Bilanzraum untergliedert in die Teilbilanzräume:

- Vorketten (Summe aller vorgelagerten Prozesse),
- Teilbilanzraum Technisches Verfahren und
- Nachketten (Summe alle nachgelagerten Prozesse).

Durch die Festschreibung der Systemgrenze, die die Schnittstelle zur Umwelt und zu anderen Produktsystemen darstellt, wird die Tiefe der Bilanz bestimmt. Die Systemgrenze legt z.B. fest, welche Phasen und Module einbezogen bzw. ausgegrenzt werden [16].

Zwei Problemstellungen, die sich mit der Festlegung des Bilanzraumes und der Systemgrenze ergeben, sind die Definition

- der Allokationsregeln bei Kuppelprodukten (Welche Stoffströme werden welchem Produkt- bzw. Dienstleistungssystem zugeordnet?) und
- der Abschneidekriterien (An welcher Stelle wird der definierte Bilanzraum eines Stoffstromes abgebrochen?),

die für alle in der Bilanz betrachteten Prozesse gültig sind.

Der Untersuchungsrahmen und die angestrebten Aussagen im Rahmen der Auswertung bedingen eine entsprechende Tiefe bei der Datenerhebung und die Auswahl der bei der Wirkungsabschätzung zu betrachtenden Wirkungsparameter und umgekehrt.

Um vergleichbare Bilanzen von Produkten, Prozessen und Verfahren zu erzielen, muß das Kriterium der funktionellen Äquivalenz der zu vergleichenden Produkte/Verfahren erfüllt sein. Funktionell äquivalente Systeme können über die Nutzeneinheit, die als ein Maß für den Nutzen des Produktsystems definiert wird, verglichen werden. Sie dient als Bezugsgröße für alle Input- und Outputströme.

2.4.1.2 Sachbilanz

In der Sachbilanz (Inventar) werden die Stoff- und Energieströme über den gesamten Lebensweg eines Produktes oder Verfahrens erfaßt und quantifiziert. Dazu werden in einem ersten Schritt Prozeßstrukturen modelliert, auf deren Grundlage die Daten erhoben werden. Für jeden Teilprozeß werden dann die Stoff- und Energieflüsse hinsichtlich der Systemgrenzen als Input-/Output-Größen deklariert und von der Entnahme aus der Umwelt bis zur Abgabe in die Umwelt bilanziert, wobei die festgelegten Allokationsregeln und Abschneidekriterien beachtet werden müssen.

2.4.1.2 Wirkungsabschätzung

Die Wirkungsabschätzung dient dem Erkennen, der Zusammenfassung und der Quantifizierung der potentiellen Umweltwirkungen der Produkte bzw. Produktsysteme.

In diesem Schritt werden die Informationen aus den Sachbilanzdaten verdichtet und teilweise aggregiert.

Die Grundstruktur einer Wirkungsabschätzung besteht laut Empfehlung der SETAC („Code of practice“ [17]) aus den Elementen:

- Klassifizierung
- Charakterisierung
- Normalisierung (Bewertung).

Im Rahmen der *Klassifizierung* werden alle in der Sachbilanz ermittelten Stoff- und Energieströme (z.B. Emissionen, Ressourcenverbräuche und Abfallmengen) bestimmten Umweltwirkungen, wie z.B. Treibhauseffekt, stratosphärischer Ozonabbau, Eutrophierung oder Versauerung zugeordnet. Die in diesem qualitativen Schritt betrachteten Wirkungskategorien beschreiben den potentiellen Einfluß der Substanzen auf Mensch und Umwelt. Dabei kann ein Stoff z.B. sowohl einen Beitrag zum Treibhauseffekt als auch zur Ozonzerstörung liefern und muß dann beiden Kategorien zugeordnet werden. Die einzelnen Wirkungskategorien unterscheiden sich sowohl in ihren räumlichen Bezügen (globale, regionale und lokale Wirkung), als auch in den Angaben zur Stoffidentifizierung (Summenparameter, Einzelstofflisten).

Im Arbeitsschritt der *Charakterisierung* erfolgt die Quantifizierung der zugeordneten Größen und, wenn möglich, ihre Aggregation. Dazu ist die Definition von Wirkfaktoren (auch als Äquivalenz- oder Wichtungsfaktoren bezeichnet) vorgesehen, die den unterschiedlichen Beitrag der verschiedenen Stoffe zu einer Umweltwirkung - bezogen auf eine Referenzsubstanz - ausdrücken. Einige ausgewählte Wirkungskategorien und die zugehörigen Referenzsubstanzen sind in Tab. 4 aufgezählt.

Klassifikation Wirkungskategorien	**Charakterisierung** Referenzsubstanz (für Wirkfaktoren)
Verbrauch von Rohstoffen	Masse Rohstoff
Treibhauspotential (GWP)	CO_2 - Äquivalent
Bildungspotential für Photooxidantien	Ethen - Äquivalent
Versauerungspotential	SO_2 - Äquivalent
Eutrophierungspotential	PO_4^{3-} - Äquivalent

Tab. 4: Referenzsubstanzen verschiedener Wirkungskategorien

Die Wirkfaktoren der emittierten Stoffe werden mit den entsprechenden Emissionsströmen, die aus der Sachbilanz hervorgehen, multipliziert und zu dem Wirkpotential zusammengefaßt:

Das Wirkpotential stellt ein Maß für eine mögliche Schädigung der Umwelt dar. Die ermittelten Beträge verschiedener Wirkpotentiale sind nicht direkt miteinander vergleichbar. Vergleichende Aussagen sind nur innerhalb einer Kategorie möglich.

Bei der *Normalisierung (Bewertung)* im Rahmen der Wirkungsabschätzung werden die ermittelten Stoffströme in Relation zu vorhandenen, raumbezogenen Stoffströmen (z.B. CO_2-Ausstoß weltweit oder in Deutschland) gebracht und auf einen Zeitraum bezogen (z.B. ein Jahr).

Zusätzlich kann eine Wichtung der Wirkkategorien im Sinne der Zielsetzung durchgeführt werden. Dieser Teil der Wirkungsabschätzung ist optional. Auswertung

Für die Auswertung der Ökobilanz gibt es im Rahmen der ISO/EN/DIN 14040 kaum feste methodischen Vorgaben. Um Schlußfolgerungen für die gewählte Anwendung ableiten zu können, fließen neben den Ergebnissen der Sachbilanz und der Wirkungsabschätzung auch subjektive Elemente, wie z.B. Wertvorstellungen, technische Machbarkeit sowie gesellschafts- und wirtschaftspolitische Aspekte ein.

2.4.2 Ökonomische Betrachtungen

Zusätzlich zur Methode der Umweltlastenanalyse war für die Reinigungsanlage im Teilbilanzraum Technisches Verfahren eine Methode zur Quantifizierung der Systemkosten zu entwickeln und diese am Beispiel anzuwenden. Ziel dieses Arbeitspaketes war die Entwicklung einer spezialisierten Methode zur Ermittlung der Systemkosten, die Umsetzung dieser Methode in ein EDV-Tool, die Erhebung kostenrelevanter Daten für Anlagenbeispiele und die Berechnung der Systemkosten selbst.

2.5 Organisation der Arbeiten

Die Projektarbeit wurde in drei Gruppen organisiert. Die Arbeitsgruppen waren heterogen aus allen im Verbundvorhaben beteiligten Partnern zusammengesetzt.

AG 1: Methodik der Sachbilanzen und der Wirkungsabschätzung für Verfahren

AG 2: Prozeßstrukturierung und Daten(erhebung)

AG 3: Software-Entwicklung

In der folgenden Tabelle werden die Mitglieder der Arbeitsgruppen vorgestellt:

	AG 1	AG 2	AG 3
Fr. Dr. Bürglen, Friedrich-Schiller-Universität Jena, ITC			
Hr. Burmester, Wilhelm E.H. Biesterfeld, Hamburg	x		x
Hr. Daiber, Dürr Ecoclean GmbH, Filderstadt	x	x	x
Fr. Diers, Fh-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, Freising	x		x
Hr. Finkbeiner, Friedrich-Schiller-Universität Jena, ITC	x	x	
Fr. Dr. Goldhan, Fh-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, Freising	x		x
Hr. Großmann, Siemens AG, Berlin	x	x	
Hr. Grün, SurTec GmbH, Trebur	x	x	x
Hr. Günther, Fh-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, Freising	x	x	
Hr. Hellstern, Dürr Ecoclean GmbH, Filderstadt		x	
Fr. Dr. Hoffmann, Friedrich-Schiller-Universität Jena, ITC	x	x	x
Hr. Kothe†, Fh-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, Freising	x	x	x
Hr. Prof. Dr. Kreisel, Friedrich-Schiller-Universität Jena, ITC			
Hr. Dr. Lachenmayer†, Mercedes Benz AG, Stuttgart	x		
Hr. Oetjen, Friedrich-Schiller-Universität Jena, ITC	x	x	
Hr. Ruhland, Friedrich-Schiller-Universität Jena, ITC	x	x	x
Fr. Sartissohn, Fh-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, Freising			x
Fr. Sauerer, Fh-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, Freising		x	
Hr. Dr. Schmidt, Robert-Bosch GmbH, Stuttgart	x	x	
Hr. Schmidt, Karl Roll GmbH & Co., Mühlacker -Enzberg		x	x
Hr. Spauwen, Safechem Umwelttechnik GmbH, Düsseldorf	x	x	
Hr. Striegel, Friedrich-Schiller-Universität Jena, ITC	x	x	
Hr. Dr. Wilbert, Deutsche Gesellsch. für Galvano- und Oberflächentechnik e.V.		x	

Die Ergebnisse der Gruppenarbeit wurden vierteljährlich auf sogenannten Verbundtreffen präsentiert. Hier wurden die erreichten Ziele kommuniziert und die weitere Vorgehensweise abgestimmt.

Im vorliegenden Bericht sind die Verantwortlichkeiten für die Autorenschaft der Kapitel in der Fußzeile gekennzeichnet. Für den Inhalt in den jeweiligen Kapiteln sind die Autoren verantwortlich.

Die Arbeiten wurden in folgende Bearbeitungsschwerpunkte unterteilt:

1. Zielstellung des Projektes

2. Methodenentwicklung

Verfeinerung; Erörterung von Zuordnungsfragen und Abschneidekriterien

Sachbilanz

- Festlegung des Bilanzraumes und der zu bilanzierenden Größen
- Bestimmung von Abschneidekriterien und Ersatzgrößen
- Regelwerk zu Abschneidekriterien und Prüfung der Signifikanz durch szenarische Modellrechnungen
- Zurechnungsvorschriften für Kuppelprozesse/-produkte
- Prüfung der Machbarkeit

Wirkungsabschätzung

- Literaturanalyse und Auswahl einer Methode zur Wirkbilanzierung
- Identifikation der für die Wirkpotential-Aussagen verfügbaren Informationen der Sachbilanz
- Festlegung der Wirkkategorien und der Wirkindikatoren
- Erarbeitung von Abbildungsvorschriften

Ökonomische Bilanz

- Festlegung der zu bilanzierenden ökonomischen Parameter
- Kriterien für die verursachungsgerechte Zuordnung
- Prüfung der Machbarkeit

3. Verfahrensauswahl

- Erarbeitung eines Screenings
- Auswahl geeigneter Anlagenbeispiele
- Durchführung und Auswertung des Screenings

4. Prozeßstrukturierung

- Teilbilanzraum Technisches Verfahren (Abbildung der Stoff- und Energieströme in Form von Prozeßkettenmodellen)
- Teilbilanzraum Vor-/Nachleistungen, Bereich Herstellung der Betriebsstoffe (Abbildung der Stoff- und Energieströme in Form von Prozeßkettenmodellen)

5. Fragestellungsbezogene Versuchsplanung und Konzept zur Aufbereitung der Meßdaten

- Prüfung der Festlegung der zu erhebenden Meßgrößen und Maßeinheiten
- Prüfung des Konzeptes zur Durchführung der Messungen

6. Datenerhebung

- Teilbilanzraum Technisches Verfahren (20 Arbeitsschritte; mindestens 12 Anlagen)
- Teilbilanzraum Vor-/Nachleistungen, Bereich Herstellung der Betriebsstoffe
- Datenerhebung der Bereiche Energie, Transport und Verwertung/Entsorgung
- Aufbereitung und Auswertung der an den Anlagen gemessenen Größen
- Aufbereitung und Auswertung der Daten von Rohstoff- und Produktherstellern von Reinigungsmitteln und sonstigen Betriebsstoffen sowie von Entsorgungsprozessen

7. Datenaufbereitung und -validierung

- Validierung der Daten
- Prüfung auf methodengerechte Datenerhebung
- Erarbeitung und Anwendung einer Methode zur Sicherstellung der funktionalen Äquivalenz mittels Simulationsrechnung
- Prüfung auf Plausibilität (Massenbilanz, Energiebilanz, etc.)
- Übertragung der Daten für die Bereiche Technisches Verfahren und Herstellung der Betriebs- und Hilfsstoffe in die modulare I/O-Struktur
- Übertragung in EDV- und methodengerechte Struktur für die Bereiche Energie, Transporte, Verwertung/Entsorgung

8. Software und Datenbank

Anpassung und Erweiterung des Softwareprogrammes "Euklid"
- Anpassung der Menüstruktur an die Verfahrensstruktur der Reinigungstechnologien
- Entwicklung einer EDV-gerechten Stoffklassifizierung, die eine zusätzliche lokalisierte Betrachtung von Stoff-Flüssen gestattet
- Integration methodisch entwickelter Zuordnungsvorschriften
- Entwicklung eines Unterprogramms für ökonomische Parameter
- Neustrukturierung des Ausgabeprotokolls
- Erstellung eines Analyse-Tools, mit dem der Nutzer signifikante Quellen im Bilanzraum identifizieren kann

9. Dateneingabe Sachbilanz

10. Berechnung der Sachbilanzen und Aufbereitung der Ergebnisse
- Verknüpfen der Module
- Sachbilanzberechnung
- Ergebnisausgabe, Aufbereitung der Sachbilanzergebnisse

11. Überprüfung der methodischen Festlegungen der Sachbilanz
- Methodenentwicklung, -prüfung und Anwenderkontrolle
- Prüfung der Methode, Konsistenzprüfung der Ergebnisse

12. Dateneingabe Wirkungsabschätzung

13. Wirkungsabschätzung
- Berechnung der Wirkungsabschätzung
- Aufbereitung der Wirkbilanzergebnisse

14. Überprüfung der methodischen Festlegungen zur Wirkungsabschätzung

15. Bewertung der Wirkbilanzergebnisse
- Interpretation ökologischer Daten aus Wirkbilanzen
- Entwicklung von Entscheidungsstrategien zur Minimierung der Umweltlasten
- Bewertung der bilanzierten ökonomischen Fakten nach Kosten-Nutzen-Gesichtspunkten
- Prioritätensetzungen für die Vermeidung bzw. Minimierung der Umweltlasten
- Entscheidungsorientierte Schlußfolgerungen zur Umweltlastenminimierung

16. Dateneingabe ökonomische Parameter

17. Systemkostenanalyse
- Festlegung des Bilanzraumes für die Kostenanalyse, der Kostenkategorien und der zu bilanzierenden ökonomischen Parameter
- Entwicklung einer Methode zur Beschreibung der ökonomischen Größen auf Basis des Stoff- und Energieflußmodells für die ökologische Bilanzierung
- Entwicklung der Berechnungsvorschriften zur Kostenkalkulation und die Spezifikation eines Ergebnisprotokolls
- Demonstration der Vorgehensweise und der Machbarkeit im Rahmen einer Beispielanwendung

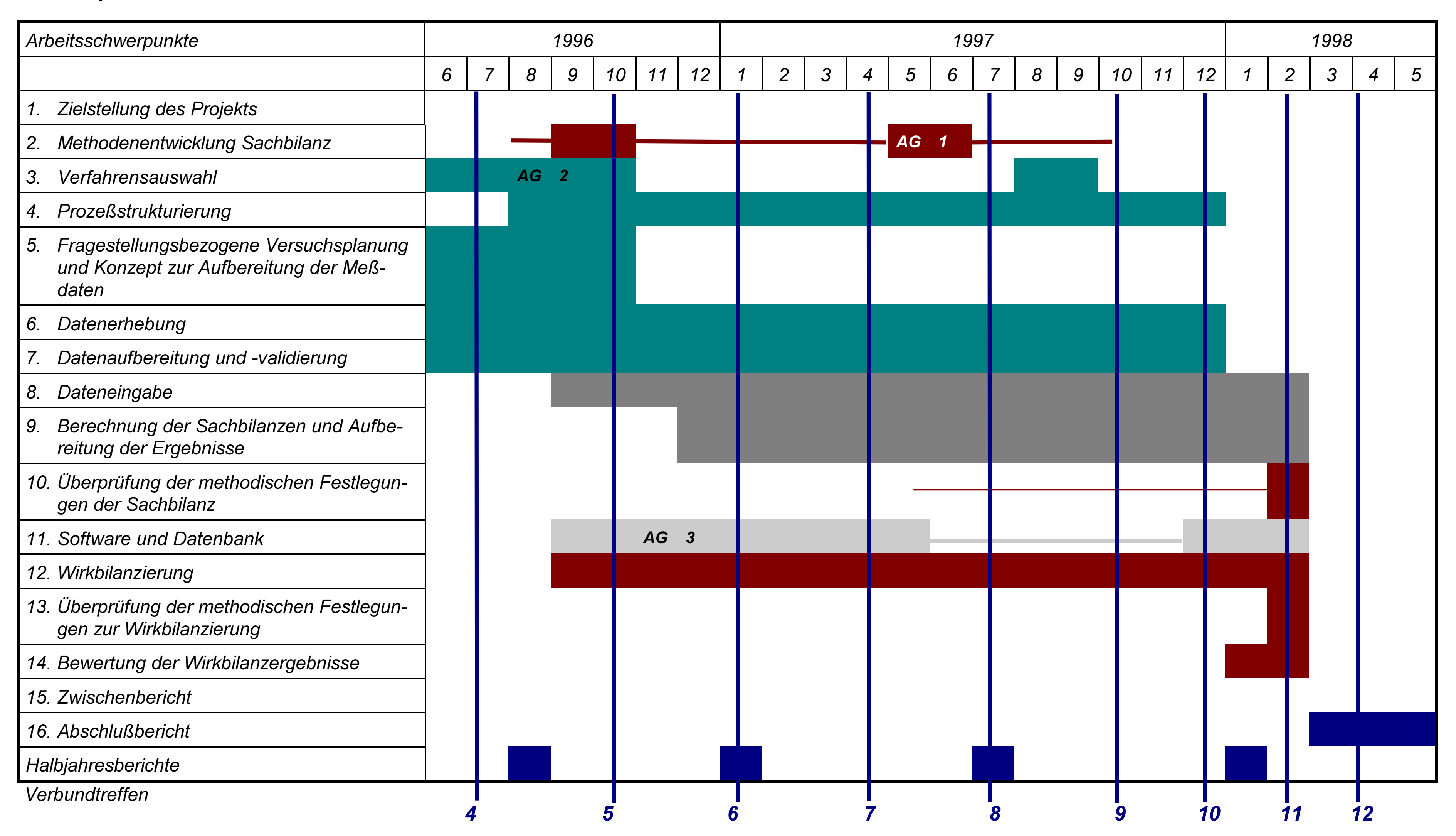
18. Auswertung der Ergebnisse: ökologisch/ökonomisch

19. Meilensteinbericht (Fh-IVV, FSU), 12/1995

20. Endbericht (FSU, Fh-IVV, DGO) 12/1998; Darstellung der
- Methode zur Ökobilanzierung von Verfahren der industriellen Teilereinigung (Festlegung des Untersuchungsrahmens, Sachbilanz, Wirkungsabschätzung) und der Systemkostenanalyse
- Ergebnisse der Prozeßstrukturierung, der Datenerfassung, der Sachbilanz und der Wirkungsabschätzung sowie der Systemkostenanalyse
- Interpretation mit den Schwerpunkten Vergleich, Optimierung und Schwachstellenanalyse
- Zusammenfassende Auswertung: Aussagen zu verfahrensspezifischen Strategien zur Umweltlastenminimierung und zu Optimierungszielen
- Software inkl. Beschreibung
- Datenbankstruktur

Nach einem Meilenstein nach einem Jahr [18], folgten die Arbeiten zeitlich dem nachstehend aufgeführtem Arbeitsplan:

Arbeitsplan 1996-1998



3. Literaturverzeichnis Kapitel 1 und 2

[1] Novelle der zweiten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 10.11.1990, Bundesgesetzblatt I S. 2694

[2] Leisewitz, A.; Schwarz, W.: Metalloberflächenreinigung mit CKW, KW und wäßrigen Reinigern - Stoffstromanalyse und Umweltbelastungsvergleich, Texte des UBA 65/94, Berlin 1994

[3] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz - KrW-/AbfG) vom 27.09.1994, Bundesgesetzblatt III 2129-27-2

[4] ISO/EN/DIN 14040; Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework (Umweltmanagement - Ökobilanz - Prinzipien und allgemeine Anforderungen) DIN, Berlin 06/1997

[5] Zweite Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 21.04.1986, Bundesgesetzblatt I S. 571

[6] Verordnung zum Verbot von bestimmten die Ozonschicht abbauenden Halogenkohlenwasserstoffen vom 06.05.1991, Bundesgesetzblatt I S. 1416

[7] Verordnung über die Entsorgung gebrauchter halogenierter Lösemittel vom 23.10.1989, Bundesgesetzblatt I S. 1918

[8] Bericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt" des Deutschen Bundestages, Bundestagsdrucksache 12/8260, Bonn 1994

[9] SNAP Technical Background Document: Risk Screen on the Use of Substitute for Class I Ozone-Depleting Substances: Solvent Cleaning, U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C., 1994

[10] ECOTEC-Institut: Substitution alter CKW-Anlagen durch moderne Reinigungsverfahren, VCI, Frankfurt 1995

[11] Schmidt, A.; Linsmeyer, Th.; Mayerhofer, G.: Branchenkonzept Metalloberflächenreinigung - CKW-Einsatz und Substitutionsmöglichkeiten, Bundesministerium für Umwelt, Wien 1995

[12] Spielmann, Th.; Sennhauser, O.: Ökobilanzen von Reinigungs- und Entfettungsverfahren, CIM-Bildungszentrum Region Zürich, Winterthur 1994

[13] Ecobilan S.A.: Life-Cycle-Assessment - An environmental comparision of trichloroethylene and aqueous solutions for metallic parts degreasing, Paris May 1997

[14] Baumann, W.; Herberg-Liedtke, B.: Chemikalien in der Metallbearbeitung, Springer Verlag 1996

[15] Kunhenn, H.: Ökobilanzen: Ursachen, Ausprägungen und Auswirkungen von Freiräumen auf den Einsatz von Ökobilanzen durch Unternehmen; Institut für angewandte Innovationsforschung, Bochum 1997

[16] Schaltegger,S.; Kubat, R: Das Handwörterbuch der Ökobilanzen, Begriffe und Definitionen; Wirtschaftswissenschaftliches Zentrum der Universität Basel 1995

[17] Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC): Guidelines for Life-Cycle Assessment, A "Code of Practice"; SETAC Workshop in Sesimbra 31.03.-03.04.1993, Portugal, Edition 1, 1993

[18] Verbundprojekt Ganzheitliche Bilanzierung/Bewertung von Reinigungs-/ Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung: Meilensteinbericht, 1995, TIB Hannover

A Abschlußbericht zur Methodik

A.1 Methode Ökobilanz für Verfahren der industriellen Teilereinigung

A.1.1 Festlegungen zum Untersuchungsrahmen

A.1.1.1 Untersuchungsgegenstand

Gegenstand dieser Untersuchung sind Reinigungsprozesse in der Metalloberflächenbehandlung. Hier sind die drei - mit einem Marktanteil von etwa 90 % - häufigsten Verfahren die

- Reinigung mit chlorierten Kohlenwasserstoffen (CKW)
- Reinigung mit nichthalogenierten Kohlenwasserstoffen nach VbF A3 (NHKW) und
- Reinigung mit wäßrigen Reinigungsmedien.

Die weite Verbreitung dieser drei Verfahren ist auf ihre vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten zurückzuführen: Jede Reinigungsaufgabe aus der Praxis wird durch zahlreiche Parameter wie z.B. die jeweiligen Vor- und Nachfolgeprozesse, den abzureinigenden Schmutz, die Qualität der Reinigung u.v.a.m. beschrieben. Da jeder dieser Parameter eine sehr große Bandbreite hat, können viele Aufgaben alternativ durch verschiedene Reinigungsverfahren gelöst werden.

Die untersuchten Anlagenbeispiele beschränken sich auf Reinigungsanwendungen, in denen die drei Verfahren alternativ eingesetzt werden können. Es wird angestrebt, diesen Bereich mit den ausgewählten Beispielen möglichst breit zu erschließen. Allerdings ist es nicht möglich, das gesamte Spektrum der Reinigungsaufgaben am Markt zu repräsentieren.

Im Rahmen des Projektes werden bei der wäßrigen Teilereinigung nur Tauchanlagen betrachtet.

Da in dieser Untersuchung ein Vergleich zwischen den einzelnen Reinigungsverfahren durchgeführt wird (s. Kapitel A.1.1.2), sind bezüglich Umfang und Inhalt des Untersuchungsgegenstandes bestimmte Forderungen zu stellen. In die Untersuchung einbezogen sind daher nur Anlagen,

- die auf einem der drei o.g. Verfahren basieren,
- die typische Reinigungsaufgaben bearbeiten (keine Spezialanwendungen),
- innerhalb Deutschlands betrieben werden,
- zum Zeitpunkt der Untersuchung dem Stand der Technik entsprechen und
- die aktuellen gesetzlichen Auflagen (WHG, 2.BImSchV) erfüllen.

A.1.1.2 Fragestellung

Hauptzielgruppen der Ergebnisse dieses Vorhabens sind Unternehmen der metallverarbeitenden Industrie, Hersteller von Reinigungsanlagen und -chemikalien sowie Vertreter aus der Öffentlichkeit. Für diese Interessengruppen soll in dem Projekt eine Methode zur Bilanzierung von Reinigungstechnologien in der Metalloberflächenbehandlung entwickelt und für die unter A.1.1.1 genannten Reinigungsverfahren angewendet werden. Die Zielstellung bezieht sich gleichermaßen auf die Entwicklung eines Tools bestehend aus methodischer Handlungsanleitung, Datenbank und Software zur Kopplung von ökologisch und ökonomisch relevanten Tatbeständen für die betriebliche Entscheidungsfindung und auf die Anwendung dieses Tools für Verfahren der industriellen Teilereinigung.

Ziele dieser Anwendung sind die Ermittlung der mit der Verfahrensdurchführung verbundenen Umweltlasten

- für den Vergleich des alternativen Einsatzes o.g. Reinigungsverfahren und
- zur Analyse der Einzelverfahren für die Schaffung von Grundlagen für die Optimierung

unter jeweils ökologischen und ökonomischen Aspekten.

Der Vergleich soll Unternehmen Entscheidungshilfen für Investitionsmaßnahmen zur Beschaffung und den Betrieb von Reinigungsanlagen geben. Weiterhin kann er als Argumentationshilfe gegenüber Dritten dienen.

Mit der Quantifizierung von ökologischen Sachverhalten eines Reinigungsverfahrens soll ein Bild über dessen Umweltverträglichkeit geschaffen werden. Umweltlasten sollen mit Hilfe der Ökobilanzierung einzelnen Lebenswegabschnitten der Prozeßkette zugeordnet und damit Schwachstellen des jeweiligen Verfahrens ermittelt werden. Unter Berücksichtigung der ökonomischen Auswirkungen sollen Grundlagen für die gezielte Optimierung der Einzelverfahren erarbeitet werden.

Um eine praxisnahe Abbildung der Verfahren zu erzielen, soll die Datenerhebung an konkreten Anlagen erfolgen. Für den Verfahrensvergleich sollen Anlagen mit jeweils vergleichbaren Reinigungsproblemen herangezogen werden.

Für den Verfahrensvergleich anhand konkreter Anlagenbeispiele existierte bisher keine geeignete Vorgehensweise. Es waren methodische Ansätze zur Anpassung der Rahmenmethodik für Produkt-Ökobilanzen für die Bilanzierung technischer Verfahren zu erarbeiten, insbesondere

- für die Auswahl von Beispielanlagen für einen Verfahrensvergleich und
- für die Festlegung und Erfassung der funktionellen Äquivalenz der Verfahren.

Die erhobenen Daten werden in modularer Form in einer Datenbank hinterlegt und können nach Abschluß des Projektes für die Bearbeitung weiterer Fragestellungen verwendet werden. Eine vorhandene Ökobilanzsoftware ist speziell für die Fragestellung anzupassen und zu erweitern.

A.1.1.3 Grundlagen des Verfahrensvergleiches

Ein ökonomisch/ökologischer Vergleich unterschiedlicher Verfahren anhand von konkreten Beispielanlagen kann nur auf der Basis eines einheitlichen Nutzens erfolgen. Die untersuchten Anlagen müssen funktionell äquivalent sein.

Der Nutzen von Verfahren ist eine mehrdimensionale Größe, die mit einem Satz verschiedener Nutzenparameter beschrieben werden kann. Jeder Nutzenparameter charakterisiert einen Teilnutzen des Verfahrens, der Gesamtnutzen ergibt sich als Summe der Teilnutzen.

In den folgenden Kapiteln ist dargelegt, wie für die untersuchten Reinigungsverfahren die funktionelle Äquivalenz sichergestellt und eine geeignete Nutzeneinheit festgelegt wurden.

A.1.1.3.1 Funktionelle Äquivalenz von Reinigungsanlagen

Auf dem Gebiet der Metalloberflächenbehandlung werden Reinigungsanlagen für verschiedene Reinigungsaufgaben eingesetzt, d.h. sie erfüllen einen unterschiedlichen Nutzen. Die unterschiedlichen Reinigungsaufgaben lassen sich durch folgende wesentliche Nutzenparameter charakterisieren:

- zu reinigendes Teilespektrum: Werkstoffe, Dimension, Geometrie, Anordnung;
- zu reinigende Teilemenge: Durchsatz der Anlage, Arbeitszeit;
- abzureinigende Verschmutzung: Art und Menge der Verschmutzung, Bearbeitungsschritte vor dem Reinigen;
- geforderte Reinigungsqualität: zulässige Restverschmutzung, Bearbeitungsschritte nach dem Reinigen.

Reinigungsanlagen sind funktionell äquivalent, wenn sie die gleiche Reinigungsaufgabe erfüllen können. Die Reinigungsaufgaben der zu vergleichenden Anlagen müssen also in den o.g. Nutzenparametern weitgehend übereinstimmen. Der Grad der für einen Nutzenparameter zu fordernden Übereinstimmung ist davon abhängig, wie stark er die zu bilanzierenden Stoff- und Energieströme der Anlagen beeinflußt.

A.1.1.3.1.1 Bildung von Kategorien äquivalenter Reinigungsaufgaben

Als erste Maßnahme zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit sollten Anlagen mit äquivalenten Reinigungsaufgaben in Reinigungsaufgabenkategorien (RAK) zusammengefaßt werden. Für verschiedene branchentypische Reinigungsaufgabenkategorien sollte je eine Anlage pro Verfahrensalternative ausgewählt und bilanziert werden.

Hierzu war die Entwicklung eines Screening-Verfahrens erforderlich, das die Auswahl geeigneter Beispielanlagen ermöglicht (s. Kapitel A.1.2.2).

A.1.1.3.1.2 Meßwertbasierte Simulation gleicher Randbedingungen

Durch das Screening war es möglich, Anlagen für eine Reinigungsaufgabenkategorie auszuwählen, die technisch in der Lage sind, jeweils auch die Reinigungsaufgabe der beiden Vergleichsanlagen zu erfüllen. Die konkreten Reinigungsanwendungen erfolgen aber in der betrieblichen Praxis unter verschiedenen Randbedingungen, die einen Teil des Nutzens darstellen. Diese lassen sich in drei Ebenen zusammenfassen:

prozeßbedingt: Die an den Reinigungsprozeß gestellten Anforderungen leiten sich aus den Vor- und Folgeprozessen ab (z.B. Art und Menge der Verschmutzung, Reinheitsanforderungen des Folgeprozesses).

konstruktiv bedingt: Die Anlagen werden i.d.R. für eine konkrete Anwendung angepaßt und damit sowohl in der Kapazität als auch in der inneren und peripheren Ausrüstung verschieden ausgelegt.

betriebsbedingt: Die Anlagen arbeiten unter vom Betrieb vorgegebenen Bedingungen, d.h. sie werden unterschiedlich ausgelastet (Chargendurchsatz, Arbeitszeit, Schichtbetrieb) und haben damit z.B. auch unterschiedliche Anteile an Vor-, Nach- und Leerlaufzeiten. Die Abb. A-1 zeigt eine Reinigungsanwendung im Kontext ausgewählter Einflußgrößen.

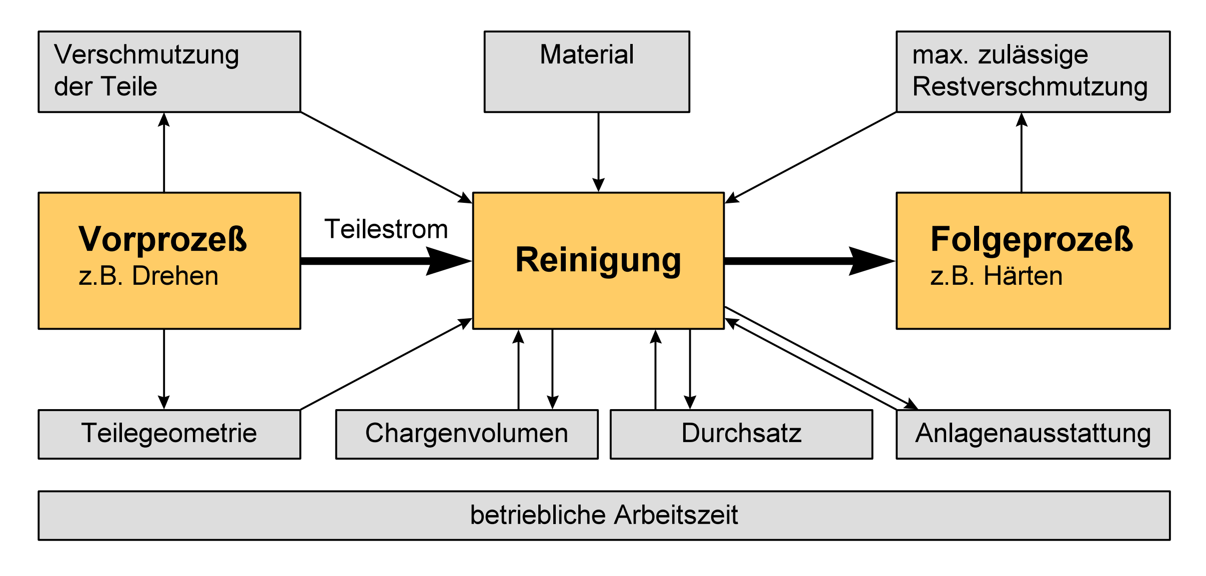


Abb. A-1: Ausgewählte Einflußgrößen auf den Prozeß der industriellen Teilereinigung

In der betrieblichen Praxis liegen für jede Reinigungsanlage unterschiedliche Randbedingungen vor, die bei den ausgewählten Anlagen mehr oder weniger große Unterschiede bezüglich einzelner Nutzenparameter bedingen. In der Regel ist es somit nicht möglich, an den Anlagen ermittelte Stoff- und Energieflüsse direkt zu vergleichen.

In jeder Reinigungsaufgabenkategorie wurde daher eine Referenz-Reinigungsaufgabe ausgewählt. Die Randbedingungen dieser Reinigungsaufgabe wurden auch für die Vergleichsanlagen zugrunde gelegt. Mit Hilfe eines speziell entwickelten Simulationsmodells wurden die Stoff- und Energieströme der Anlagen für die gewählten Referenzbedingungen umgerechnet. Diese Daten bilden die Grundlage für die Sachbilanzen bei der betriebs- und anlagenspezifischen Betrachtung.

A.1.1.3.1.2.1 Modellbildung für die Prozeßsimulation

Im Rahmen der Datenerhebung wurden die funktionalen Zusammenhänge der Stoff- und Energieflüsse der Anlagen mit den betrachteten Nutzenparametern analysiert und erfaßt. Dabei waren diejenigen Randbedingungen zu identifizieren, die einen großen Einfluß auf die Stoff- und Energieflüsse der Anlagen haben.

Bei einigen Parametern war es ausreichend, eine Bandbreite (z.B. Teilegeometrie) bzw. einen Schwellenwert (z.B. maximal tolerierte Restverschmutzung) für die Werte innerhalb einer Reinigungsaufgabenkategorie vorzugeben.

Bei Parametern, die bereits bei geringen Veränderungen einen signifikanten Einfluß auf die Stoff- und Energieflüsse der Anlagen haben, mußte den Unterschieden Rechnung getragen werden. Die Messungen und verfahrenstechnischen Analysen von Reinigungsanlagen zeigen, daß die einzelnen Stoff- und Energieflüsse (F_i) stark von der Anzahl der durchgesetzten Chargen, der Masse eingetragenen flüssigen Schmutzes und von den Laufzeiten der einzelnen Anlagenkomponenten abhängen.

Für F_i gilt:

$$F_i = (k_{i1} \times C) + (k_{i2} \times S) + (k_{i3} \times A) + (k_{i4} \times T)$$

mit:

F_i = Stoff- oder Energiefluß i [kg/a; MWh/a]
C = Chargenzahl [Stk/a]
S = Schmutzmenge, flüssig [kg/a]
A = Aktivzeit, Arbeitszeit einer Komponente [h/a]
T = Arbeitstage [d/a]
$k_{i1}...k_{i4}$ = Koeffizienten, durch Messung bestimmt [verschiedene Einheiten oder dimensionslos]

Für die Berechnung der einzelnen Stoff- und Energieflüsse F_i sind jeweils die Parameter C, S, A, T zu ermitteln. Sie ergeben sich direkt aus den Randbedingungen. Weiterhin sind die unbekannten Koeffizienten $k_{i1}...k_{i4}$ zu bestimmen, die für jede untersuchte Anlage und für jeden Stoff- bzw. Energiefluß F_i spezifisch sind. Im folgenden wird das Vorgehen zur Ermittlung der Koeffizienten dargestellt. Es gilt:

$$F_i = F_{i1} + F_{i2} + F_{i3} + F_{i4}$$
$$F_{i1,Messung} = k_{i1} \times C_{Messung}$$
$$F_{i2,Messung} = k_{i2} \times S_{Messung}$$
$$F_{i3,Messung} = k_{i3} \times A_{Messung}$$
$$F_{i4,Messung} = k_{i4} \times T_{Messung}$$

Aus den Gleichungen können direkt die Koeffizienten $k_{i1}...k_{i3}$ abgeleitet werden. Die einzelnen Anteile F_{i1}... F_{i3} werden durch Messungen und aus der Kenntnis verfahrenstechnischer Zusammenhänge ermittelt. In F_{i4} ist der Anteil von F_i zusammengefaßt, der verfahrenstechnisch nicht von den Parametern C, S, A

abhängig ist. Er beinhaltet periodische Größen wie beispielsweise den Energieverbrauch während der täglichen Vor- und Nachlaufzeiten, Pausen oder die Häufigkeit der Badwechsel. Diese Anteile werden rechnerisch in Abhängigkeit von der Anzahl der Arbeitstage modelliert.

Das Vorgehen soll am Beispiel der Modellierung des Stromverbrauches einer Anlage verdeutlicht werden. Der Gesamtstromverbrauch setzt sich aus der Summe der Einzelverbräuche der Komponenten (z.B. Pumpe, Heizregister) zusammen. Aus den gemessenen Leistungs - Zeit - Kurven kann die Abhängigkeit des Stromverbrauches einer Komponente von den Parametern *C, S, A, T* ermittelt und die Anteile F_{i1} ... F_{i4} bestimmt werden. In dem in Abb. A-2 dargestellten Beispiel ist deutlich eine rein zeitabhängige konstante Grundlast zu erkennen, die bei jeder Charge von einer Leistungsspitze überlagert wird. Die dargestellten Summenkurven zeigen den gesamten Stromverbrauch der Komponente (obere Kurve) und den zeitabhängigen Anteil davon (untere Kurve). Der chargenabhängige Anteil ergibt sich als Differenz der beiden Kurven.

Die Aufteilung der anderen Energie- und Stoffflüsse erfolgt analog. Neben den zeit- und chargenabhängigen Anteilen treten auch schmutzabhängige Anteile auf, z.B. der mit dem Destillationsrückstand entsorgte Lösemittel-Output.

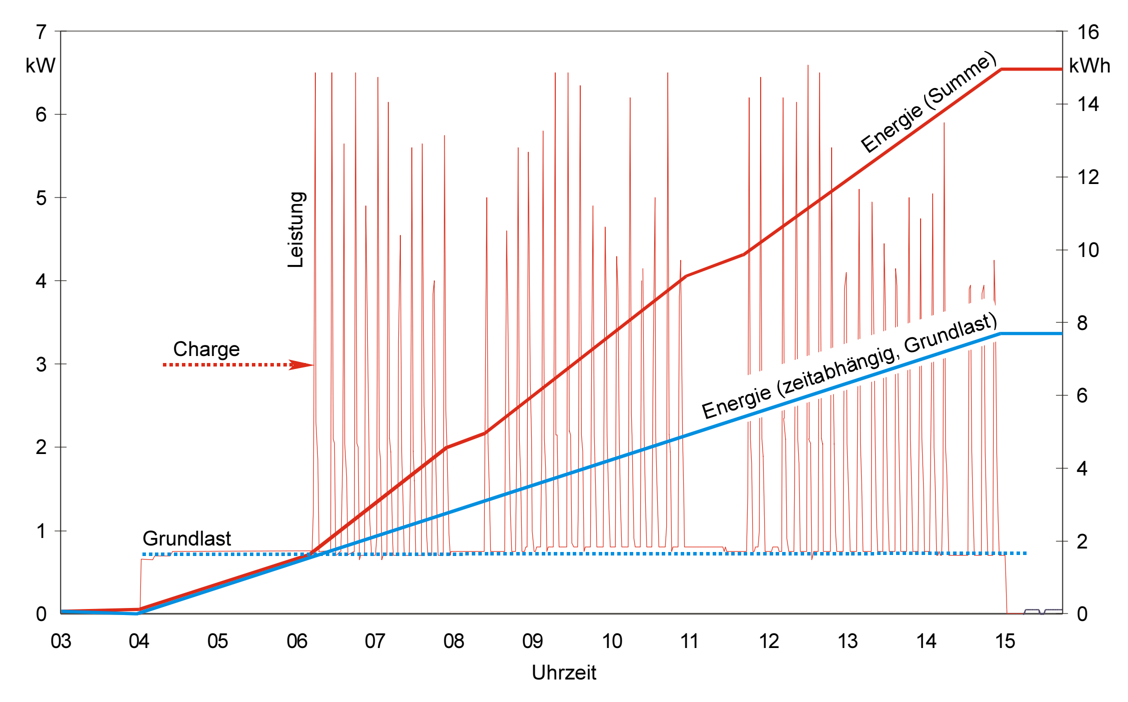


Abb. A-2: Tagesgang der elekrischen Leistung und der Energieaufnahme einer Komponente einer Reinigungsanlage

Im Rahmen dieser Untersuchung wird die Modellierung auf der Basis von Meßwerten durchgeführt. Prinzipiell ist es möglich, von grundlegenden physikalischen Werten und Zusammenhängen auszugehen, wenn diese für das System bekannt sind. Beispielsweise könnte der Stromverbrauch für eine Badheizung mit den Größen Temperatur, Wärmeübergangszahl, Behälteroberfläche etc. modelliert werden. Der erforderliche Aufwand für eine solch detaillierte Prozeßmodellierung ist aber ein vielfaches höher.

Das beschriebene Vorgehen ermöglicht die Simulation der Stoff- und Energieflüsse für unterschiedliche Randbedingungen bei den Nutzenparametern Chargendurchsatz, flüssige Schmutzmenge, Arbeitszeit und periodische Ereignisse.

Mit dem gewählten Modell ist es nicht möglich, Veränderungen am Reinigungsprogramm, wie Verkürzung von Taktzeiten oder Temperaturänderungen von Bädern für alle Stoff- und Energieflüsse detailliert zu simulieren. Eine Abschätzung der Auswirkungen auf einzelne Stoff- und Energieflüsse ist möglich.

A.1.1.3.1.2.2 Betriebs- und anlagenspezifischer Vergleich

Mit Hilfe der Prozeßsimulation sollten innerhalb einer Reinigungsaufgabenkategorie die Stoff- und Energieflüsse der Anlagen von den jeweiligen Einsatzbedingungen der Anlage (Originaldaten[1]) auf einen einheitlichen Referenznutzen umgerechnet werden.

Der Nutzen der Reinigungsanlage ist die Erfüllung der Reinigungsaufgabe, die als die Reinigung einer bestimmten Stückzahl von Teilen bzw. Chargen pro Zeiteinheit definiert werden kann, wobei folgende Randbedingungen gelten:

- Die Teile weisen die gleiche Geometrie und eine hinsichtlich Art und Menge gleiche Verschmutzung auf.
- Die Anzahl der Teile pro Chargenvolumen ist gleich.
- Der Tagesdurchsatz an zu reinigenden Teilen ist für alle zu vergleichenden Anlagen gleich.
- Die Reinigung erfolgt innerhalb einer bestimmten, für alle Anlagen gleich gewählten täglichen Arbeitszeit.

Die Teile werden bis zu einer maximal tolerierten Restverschmutzung gereinigt.

Die untersuchten Anlagen einer Reinigungsaufgabenkategorie sind bezüglich des maximal möglichen Durchsatzes beim verwendeten Reinigungsprogramm in der Regel unterschiedlich dimensioniert. Wird die tägliche Arbeitszeit vorgegeben, so resultiert aus der gleichen Anzahl täglich zu reinigender Teile bzw. Chargen eine jeweils unterschiedliche Auslastung der Anlagen (Die Auslastung der Anlage ist definiert als: *realer Durchsatz/maximal möglicher Durchsatz beim verwendeten Reinigungsprogramm* x 100 %.).

Bei unterschiedlich dimensionierten Anlagen ist es also nicht möglich, gleichzeitig Chargenzahl, Arbeitszeit und Auslastung vorzugeben. Die Auslastung der Anlage hat aber einen großen Einfluß auf spezifische ökonomische und ökologische Größen. In Abb. A-3 wird dies beispielhaft für den spezifischen Stromverbrauch einer Reinigungsanlage illustriert.

[1] *Originaldaten: Stoff- und Energieflüsse, wie sie bei der Datenerhebung an der Anlage ermittelt werden.*

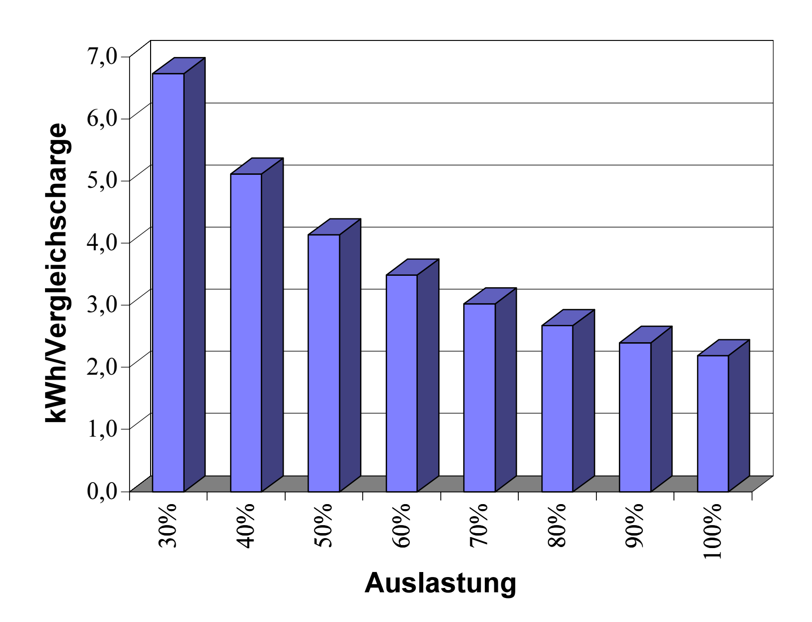


Abb. A-3: Einfluß der Auslastung auf den spezifischen Stromverbrauch einer Reinigungsanlage

Da es nicht möglich ist, gleichzeitig die Auslastung und die Teile- bzw. Chargenzahl bei gegebener Arbeitszeit frei zu wählen, wurden mit Hilfe der Simulationsrechnung zwei unterschiedliche Szenarien berechnet. Als Randbedingungen für die Berechnung der Stoff- und Energieflüsse wurden für die tägliche Arbeitszeit und die spezifische Verschmutzung der Teile jeweils der Wert des Referenzbetriebes zu Grunde gelegt. Für die Teile- bzw. Chargenzahl wurden zwei Fälle unterschieden:

- **betriebsspezifischer Vergleich**: Die Anzahl der Teile bzw. Chargen ist vom Referenzbetrieb fix vorgegeben. Die Auslastung der Anlagen ergibt sich aus der jeweiligen Anlagendimensionierung (maximal möglicher Durchsatz beim verwendeten Reinigungsprogramm) und ist daher in der Regel unterschiedlich.
- **anlagenspezifischer Vergleich**: Die Anzahl der Teile bzw. Chargen wird bei jeder Anlage so gewählt, daß sich eine Auslastung von 100 % ergibt (Prinzipiell könnte die Auslastung auch einheitlich bei einem anderen Wert fixiert werden.). Die Anzahl der zu reinigenden Teile pro Zeiteinheit ist somit in der Regel unterschiedlich.

Der betriebsspezifische Vergleich spiegelt die Situation in einem Betrieb wider, der Anlagen für seine konkreten betrieblichen Randbedingungen, inklusive der im Betrieb zu reinigenden Teile- bzw. Chargenzahl vergleichen will. Bildlich gesprochen werden die zu vergleichenden Anlagen in den Referenzbetrieb gestellt und die im Referenzbetrieb anfallende Teile- bzw. Chargenzahl gereinigt. Die Ergebnisse richten sich an den Betreiber, der für seine konkrete Reinigungsaufgabe die geeignetste Anlage auswählen will.

Beim anlagenspezifischen Vergleich wird eine allgemeinere Aussage zu den einzelnen Anlagen angestrebt. Der starke Einfluß, den die Auslastung auf die spezifischen Stoff- und Energieflüsse hat (s. Abb. A-3), soll eliminiert werden. Bildlich

gesprochen werden auch hier die zu vergleichenden Anlagen in den Referenzbetrieb gestellt, die Teile- bzw. Chargenzahl ist allerdings nicht limitiert, so daß jede Anlage mit einer gedanklichen Auslastung von 100 % betrieben wird.

Der Ansatz des anlagenspezifischen Vergleiches wurde gewählt, da es im Rahmen des Projektes nicht möglich war, ein Scale-up oder Scale-down von Anlagen zu simulieren. Beim anlagenspezifischen Vergleich wird davon ausgegangen, daß eine Veränderung der Dimensionierung der Anlagen bei konstanter Auslastung in gewissen Grenzen (Faktor < 2) keinen signifikanten Einfluß auf spezifische Stoff- und Energieflüsse hat.

Der Unterschied der beiden Ansätze wird in Abb. A-4 beispielhaft anhand der Größe spezifischer Stromverbrauch für drei Anlagen einer Reinigungsaufgabenkategorie illustriert. Beim *betriebsspezifischen* Vergleich (hintere Balkenreihe) ergeben sich in diesem Beispiel - bedingt durch die unterschiedlichen Auslastungen - sehr große Unterschiede zwischen den drei Anlagen. Das Verhältnis des spezifischen Stromverbrauches beträgt 1 : 2,2 : 4,0. Die vordere Balkenreihe stellt das Ergebnis für den *anlagenspezifischen* Vergleich dar. Die Energieflüsse wurden jeweils für eine Auslastung von 100 % berechnet. Der Einfluß durch die unterschiedliche Auslastung wurde somit eliminiert. Unter diesen Voraussetzungen beträgt das Verhältnis des spezifischen Stromverbrauches nur noch 1 : 1,2 : 2,6.

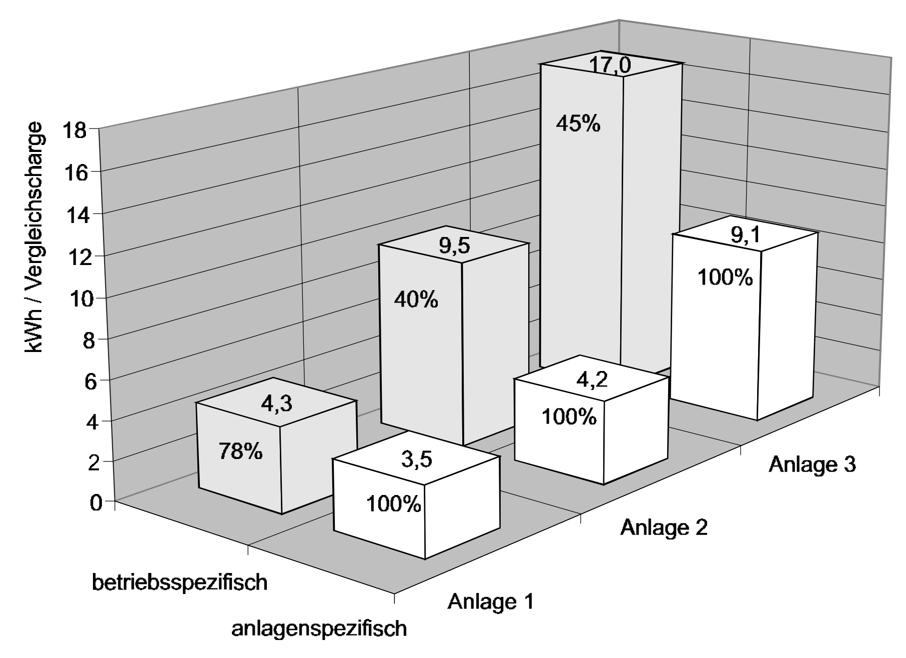


Abb. A-4: Gegenüberstellung des spezifischen Stromverbrauchs von drei Anlagen einer Reinigungsaufgabenkategorie im betriebs- und anlagenspezifischen Vergleich. Die Angaben in % bezeichnen die Auslastung der Anlage.

Aus Kapazitätgründen war es im Rahmen des Projektes nicht möglich, für alle Anlagen jeweils die Originaldaten, die betriebs- und anlagenspezifischen Daten auszuwerten. Da das Projekt den Vergleich der alternativen Reinigungsverfahren (CKW, NHKW, W) zum Ziel hat, wurden für alle Anlagen die anlagenspezifischen Daten ausgewertet. Der Einfluß der unterschiedlichen Datensätze auf die

Bilanzergebnisse wird in Kapitel B.3.1.1 beispielhaft für die Reinigungsaufgabenkategorie 3 gezeigt.

A.1.1.3.2 Nutzeneinheit

Beim Vergleich der alternativen Verfahren stellt die Nutzeneinheit die Bezugsgröße dar, auf die alle Stoff- und Energieflüsse der Verfahren bezogen werden. Diese Normierung auf eine nutzenbezogene Vergleichseinheit ist notwendig, um vergleichende Aussagen treffen zu können.

Wichtige Eigenschaften einer Nutzeneinheit sind in dem Entwurf der DIN/EN/ISO-Norm 14041 beschrieben [1]:

- Die Nutzeneinheit quantifiziert den festgestellten Nutzen.
- Die Ergebnisse werden auf die Nutzeneinheit bezogen.
- Die Nutzeneinheit soll meßbar und klar definiert sein.

Die exakte Meßbarkeit der Nutzeneinheit ist von besonderer Bedeutung, da sich die Ungenauigkeiten bei der Datenermittlung durch den Bezug der ermittelten Stoff- und Energieflüsse auf die Nutzeneinheit direkt auf die Ergebnisse übertragen.

Wie in Kapitel A.1.3.1 dargelegt, ist der Nutzen von Verfahren der industriellen Teilereinigung mehrdimensional. Das Problem besteht nun darin, daß es nicht möglich ist eine Nutzeneinheit zu finden, die eigenständig den Gesamtnutzen quantifiziert. Der Bezug der Stoff- und Energieflüsse auf die Nutzeneinheit ist daher nur unter Angabe der zugrunde liegenden Randbedingungen sinnvoll, die den Nutzen konkretisieren. Analog ist z.B. die Angabe des Benzinverbrauches pro Kilometer bei Kraftfahrzeugen ebenfalls nur unter Angabe der Randbedingungen Geschwindigkeit, Beladung sowie einer Spezifizierung der gefahrenen Strecke sinnvoll.

Für Verfahren der industriellen Teilereinigung sind aus technischer Sicht u.a. folgende potentielle Nutzeneinheiten möglich:

1. Masse abgereinigter Schmutz [kg]
2. Gereinigte Oberfläche [m^2]
3. Reinigungszeit [d]
4. Chargenzahl [Stück]
5. Abreinigungsgrad [%]
6. Durchsatz an
   - Teilen [Anzahl/d]
   - Masse [kg/d]
   - Oberfläche [m^2/d]
   - Chargen [Stück/d]
7. Verhältnis gereinigte Oberfläche/Volumen [m^{-1}],
8. Virtuelle Koeffizienten, 1. x 2. [kg x m^2] oder 2. x 3. [kg/m]

Der Nutzen der untersuchten Reinigungsprozesse ist die Reinigung von in Chargen zusammengefaßten Teilen unter bestimmten Randbedingungen. Daher wurde in dieser Untersuchung die Größe **Vergleichscharge mit 32 l Füllvolumen** als Nutzeneinheit gewählt. Dies ist eine Chargengröße, die in der Praxis häufig verwendet wird. Im Vergleich zu weiteren potentiellen Nutzeneinheiten sind Vergleichschargen genauer meßbar und eindeutig definiert.

Die Wahl der Größe Vergleichscharge ist notwendig, da in der Praxis verschiedene Chargengrößen verwendet werden und daher eine direkte Vergleichbarkeit über die Anzahl der Chargen nicht möglich ist. Die Anzahl Vergleichschargen (VC, in Stück) kann mit Hilfe des jeweiligen Chargenvolumens (V, in l) aus der realen Chargenzahl (Z, in Stück) ermittelt werden:

$$VC = Z \times V / 32\ l$$

Beim Vergleich verschiedener Anlagen muß vorausgesetzt werden, daß die Teile in den zu vergleichenden Anlagen mit der gleichen Packungsdichte gereinigt werden können, d.h. die Anzahl Teile pro Chargenvolumen konstant ist. Diese Annahme ist für die Anlagen einer Reinigungsaufgabenkategorie plausibel. Andernfalls müßte zusätzlich ein Faktor zur Berücksichtigung der jeweiligen Packungsdichte eingeführt werden.

A.1.1.4 Systemgrenzen

Gemäß dem Ziel, die ökologisch-ökonomischen Auswirkungen der die industrielle Teilereinigung maßgeblich bestimmenden Verfahren der Reinigung mit CKW, NHKW (VbF A3) und wäßrigen Reinigungsmedien zu erfassen, wurden die Systemgrenzen wie folgt gesetzt:

räumlich: Deutschland

zeitlich: 1994 - 1997 (Untersuchungszeitraum)

technologisch: Verfahren der industriellen Teilereinigung nach dem Stand der Technik
Erfüllung der gesetzlichen Auflagen
Ausschluß von Spezialanwendungen.

Ausgehend vom jeweils betrachteten Reinigungsverfahren werden alle mit der Erfüllung des technischen Nutzens des Verfahrens in Zusammenhang stehenden Vor- und Nachprozesse, d.h. auch die nicht anlagengebundenen Bereiche, wie die Herstellung der Reinigungsmittel, die Energiebereitstellung etc., in die Betrachtung einbezogen.

Alle in diesen Grenzen auftretenden Stoff- und Energieströme werden von ihrer Entnahme aus bzw. bis zu ihrer Abgabe in die Umwelt verfolgt und inventarisiert. Die Umwelt dient als Quelle (z.B. Entnahme von Rohöl aus der Lagerstätte) bzw. als Senke (z.B. CO_2- Emissionen in die Atmosphäre) von Stoffströmen. Es werden alle Kompartimente berücksichtigt: Wasser, Luft, Boden. Die so erfaßten Stoff- und Energieströme werden auf unmittelbar umweltbeeinflussende Größen reduziert.

Neben den umweltrelevanten Input- und Outputströmen sollen zusätzlich auch ökonomische Faktoren bei der Bilanzierung erfaßt werden.

A.1.1.4.1 Gliederung des Bilanzraumes

Aufgrund der komplexen Zielstellung wird der Gesamtbilanzraum in zwei Bereiche unterteilt: In

- den ortsfesten Bereich des technischen Verfahrens (Teilbilanzraum Technisches Verfahren) und
- einen Bereich, der alle externen Vor- und Nachprozesse, die zusätzlich zur Nutzenerfüllung des untersuchten Verfahrens notwendig sind (periphere Teilbilanzräume), umfaßt.

Mit dieser Aufteilung des Bilanzraumes kann erreicht werden, daß

- eine differenzierte Zuordnung der Umweltlasten auf Bereiche unterschiedlicher Akteure möglich ist,
- zusätzlich zu den global-/regionalen Umweltlasten lokale Umweltbeeinflussungen für ortsfeste Bereiche ausgewiesen werden können und
- ökologisch nicht signifikante Bereiche besser identifiziert und gegebenenfalls abgeschnitten werden können.

Abb. A-5 veranschaulicht diese Untergliederung des Gesamtbilanzraumes.

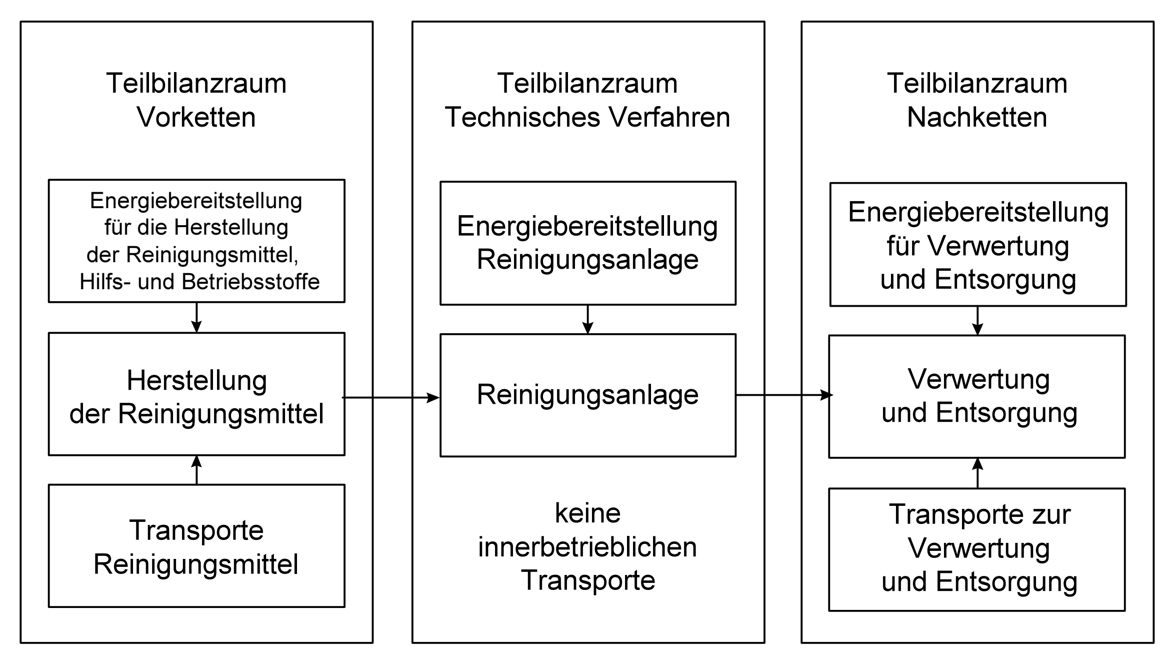


Abb. A-5: Untergliederung des Gesamtbilanzraumes

Eine beispielhafte Zuordnung der peripheren Teilbilanzräume zu den sog. 'Vor- und Nachketten' gibt Abb. A-10.

Mit dieser Untergliederung ist gleichzeitig eine zielgerechte Eingrenzung des Untersuchungssystems verbunden.

A.1.1.4.2 Eingrenzung des Bilanzraumes

Die Untergliederung des Bilanzraumes bedingt eine Eingrenzung des Untersuchungssystems auf der Ebene der Sachbilanz und der Aussagenbreite und -tiefe auf der Ebene der Wirkungsabschätzung.

Für den ortsfesten Bereich des technischen Verfahrens werden alle Stoffströme, die Umweltlasten mit global-regionalem und lokalem Charakter (s. Kapitel A.1.3.2) bedingen, sowie Kosten (s. Kapitel A.2) ausgewiesen. Dieser Bereich wird durch Daten beschrieben, die die konkreten Anlagen abbilden.

Für alle externen Bereiche werden Umweltlasten mit vorwiegend global-regionalem Charakter (s. Kapitel A.1.3.1) ausgewiesen. Hier werden verallgemeinerte Daten verwendet.

Die mit den Bilanzraumgrenzen verbundenen Abschneidekriterien (Abschneiden von geringen Stoff- und Energieströmen) und Allokationsregeln (Regeln für die Zuordnung von Stoffströmen bei der Bilanzierung von Prozessen mit nur einem, dem untersuchten System zuzuordnenden Zielprodukt) werden in den Kapiteln A.1.1.5 und A.1.1.6 behandelt.

Aufgrund komplexer Produktionsstrukturen im peripheren Bereich, können die genannten Grenzen nicht immer vollständig eingehalten werden. Auf diese Stellen wird jeweils verwiesen. Grundsätzliche Einschränkungen gibt Tab. A-1 wieder.

Nicht berücksichtigt sind Büro- und Verwaltungsaufwände sowie Personaltransporte. Es wird der Normalbetrieb - ohne Unfälle und Störfälle - betrachtet.

A.1.1.4.3 Periphere Teilbilanzräume

Zu den peripheren Bereichen zählen die

- Energiebereitstellung für die Reinigungsanlage,
- Herstellung der Reinigungsmittel/ Hilfs- und Betriebsstoffe inklusive der dafür notwendigen Aufwendungen für die Energiebereitstellung, Transporte und Entsorgung,
- Bilanzierung der Transportleistungen für die Bereitstellung der Reinigungsmittel an der Anlage und die Entsorgung der Abfälle aus dem Reinigungsprozeß,
- Verwertung und Entsorgung von Rückständen aus dem Reinigungsprozeß und
- Herstellung der Reinigungsanlage selbst.

Die Verwendung allgemeiner Daten bedingt aufgrund der in den einbezogenen Studien nicht immer zu dieser Untersuchung gleich gewählten Systemgrenzen Abweichungen. Diese Abweichungen können bei der Energiebereitstellung und Segmenten der Herstellung der Reinigungsmittel/ Hilfs- und Betriebsstoffe auftreten und sind dort dokumentiert. Von einer methodischen Bearbeitung dieses Problems wurde aus folgenden Gründen abgesehen:

- der in den Studien gewählte räumliche Bezug muß erhalten bleiben,
- für die peripheren Teilbilanzräume werden vornehmlich global - regionale Umweltlasten ausgewiesen und
- wegen der Geringfügigkeit des Einflusses.

Die folgende Tabelle (Tab. A-1) veranschaulicht die zeitlichen und geographischen Systemgrenzen der Bereiche des peripheren Bilanzraumes. Bzgl. des technologischen Standards ist vom Stand der Technik in den jeweiligen Ländern im angegebenen Datenerhebungszeitraum auszugehen.

Teilbereich des peripheren	Eingrenzung		
Bilanzraumes	geographisch	zeitlich	technologisch
Energiebereitstellung für die Reinigungsanlage	Strommix BRD (GEMIS 2.1)	1992	Stand der Technik (St.d.T.)
Herstellung der Reinigungsmittel/ Hilfs- und Betriebsstoffe	BRD; Westeuropa, z.T. Welt	1990-1998	St.d.T.
Verwertung und Entsorgung	BRD	1996-1998	St.d.T.
Transporte	BRD	1996	St.d.T.
Herstellung der Investitionsgüter	BRD	1998	St.d.T.

Tab. A-1: Übersicht über die Bilanzraumgrenzen

A.1.1.4.3.1 Energiebereitstellung

Die methodische Behandlung der Energiebereitstellung lag im Verantwortungsbereich des Fraunhofer IVV. Die nachfolgend beschriebene Modellierung der Energiebereitstellungssysteme wurde vom Fraunhofer IVV im Rahmen eines Projektes des Umweltbundesamtes zur Entwicklung einer Methode für Lebenswegbilanzen [2] erarbeitet. Diese Modellierung wurde auf die Verfahren der industriellen Teilereinigung übertragen und dabei folgende Grundprinzipien angewendet.

1. Verbräuche an Endenergie werden in der Bilanzierung bis zur Entnahme von Rohstoffen zurück verfolgt. Im Bilanzergebnis wird der Bedarf an Primärenergieträgern ausgewiesen.
2. Transportaufwendungen zwischen den Prozeßstufen der Energiebereitstellung und die damit verbundenen Umweltbeeinflussungen werden der Energiebilanz zugeordnet.
3. Um Umweltlasten verursachungsgerecht zuzuordnen, werden für jeden der drei Teilbilanzräume "Technisches Verfahren", "Vorketten" und "Nachketten" die aus der Energiebereitstellung resultierenden Umweltbeeinflussungen in einem separaten Prozeßkettenabschnitt erfaßt (Abb. A-6). Die Abgrenzung zwischen dem Prozeßkettenabschnitt "Energiebereitstellung" und den Energieverbrauchern (Prozeßkettenabschnitte "Reinigungsmittel-Herstellung", "Reinigungsanlage" und "Entsorgung" findet in der Regel beim Endenergieträger statt (Abb. A-7).

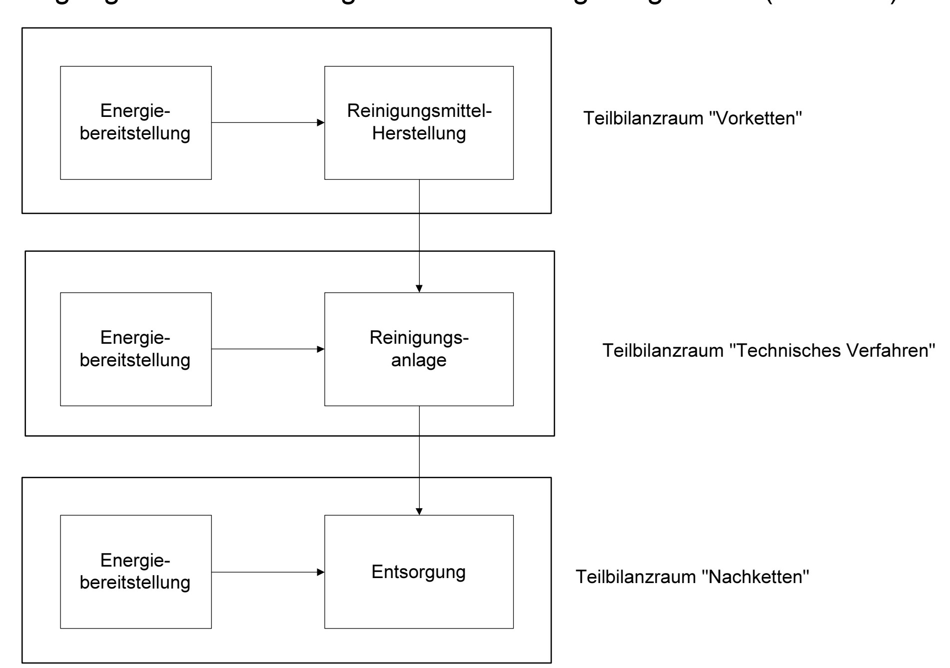


Abb. A-6: Methodische Behandlung der Energiebereitstellung: Zuordnung zu den Teibilanzräumen

Energie in Form von thermischer und/oder elektrischer Energie wird in den meisten Stufen des Untersuchungsraumes benötigt. Bei der Energiebereitstellung wird unterschieden zwischen dem Umwandlungsprozeß und den vorgelagerten Prozessen

(Vorkette), siehe Abb. A-7. Während in den Vorketten alle Stufen bis an die Umwandlungsanlage betrachtet werden, beschreibt der Umwandlungsprozeß die Konversion der eingesetzten Energieträger in die Endenergie (elektr. Energie und therm. Energie).

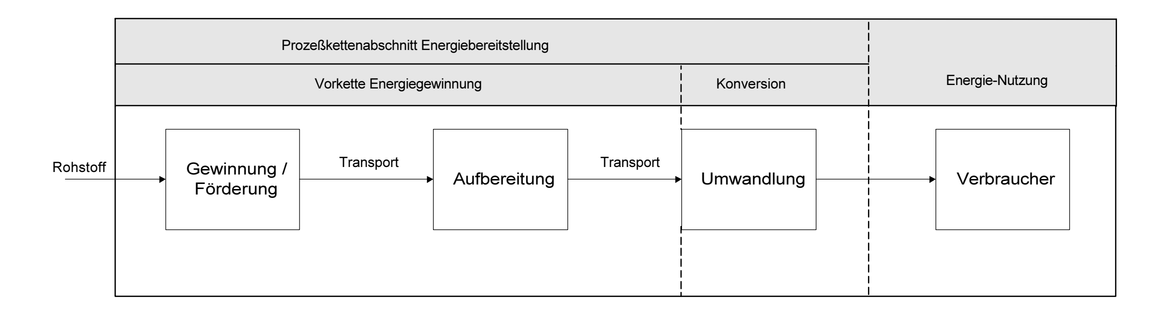


Abb. A-7: Systemgrenzen für Energiebereitstellungsprozesse [3]

Im Rahmen des Bilanzprojekts wurde eine Reihe von Standardmodulen zur Energiebereitstellung (Stromversorgung öffentliches Netz und betriebliche Energieerzeugung) verwendet.

A.1.1.4.3.2 Herstellung der Reinigungsmittel, Hilfs- und Betriebsstoffe

Die Bilanzgrenzen für die Herstellung der Reinigungsmittel/ Hilfs- und Betriebsstoffe erstrecken sich von der Exploration der Rohstoffe in der Lagerstätte bis hin zur Herstellung des Endproduktes. In den Daten sind die Energiebereitstellung, die Transporte der Zwischenprodukte und die Aufwendungen zur Entsorgung der Abfälle enthalten. Nicht berücksichtigt ist die Herstellung der Investitionsgüter.

Räumlich beziehen sich die Daten auf Endabnehmer der Produkte in Deutschland. Bezüglich der Herstellung der Produkte und Vorprodukte kann keine exakte geographische Abgrenzung erfolgen, jedoch beziehen sich die Daten hauptsächlich auf die Herstellung in Westeuropa. Wenn Grundstoffe und Vorprodukte außerhalb Westeuropas hergestellt werden, werden die landesspezifischen Verhältnisse insbesondere hinsichtlich der Energiebereitstellung berücksichtigt.

Zeitlich beziehen sich die Daten auf die aktuelle Produktionsverhältnisse der 90er Jahre.

Es wird der durchschnittliche Stand der Technik erfaßt. Ältere Daten werden zur Abschätzung verwendet, wenn keine aktuellen Werte zur Verfügung stehen. Das jeweils zutreffende Bezugsdatum ist bei der Bewertung der Datenqualität (s. Kapitel B.1.3) berücksichtigt.

A.1.1.4.3.3 Entsorgung

Im vorliegenden Projekt hatte das Fraunhofer IVV die Aufgabe, eine Methode zur Behandlung der Abfälle aus dem technischen Verfahren zu entwickeln, die dafür erforderlichen Daten zu erheben und den Bereich für die Kalkulation der Umweltlasten zu strukturieren. Im vorliegenden Kapitel werden zunächst die festgelegten Systemgrenzen beschrieben. Folgende Papiere bildeten die Ausgangsbasis:

1. Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz - KrW-/ABfG.
2. Methode für Lebenswegbilanzen [2]
3. Rahmenmethodik zur Produktsachbilanzierung des Fraunhofer IVV [3].

Das KrW-/AbfG. unterscheidet nach Abfällen zur Verwertung und Abfällen zur Beseitigung. Abfälle zur Beseitigung sind

- Abwässer aus dem technischen Verfahren zur Behandlung,
- feste Abfälle zur Ablagerung auf Deponie,
- Abfälle zur energetischen Behandlung.

Abfälle zur Verwertung sind

- Abfälle zur stofflichen und energetischen Verwertung.

Die Unterscheidung zwischen energetischer Behandlung zur Beseitigung und energetischer Verwertung ist im KrW-/AbfG. geregelt.

Die nach der Fraunhofer IVV Methode festgelegten Systemgrenzen für die Ökobilanzierung von Abfällen aus dem technischen Verfahren sind in der Abb. A-8 dargestellt. Als relevant für die untersuchten technischen Verfahren haben sich dabei ergeben:

- die Behandlung von Abwässern in der betrieblichen Abwasserbehandlungsanlage bzw. der kommunalen Kläranlage,
- die werkstoffliche Verwertung zu Sekundärrohstoffen,
- die energetische Verwertung zu Sekundärenergie.

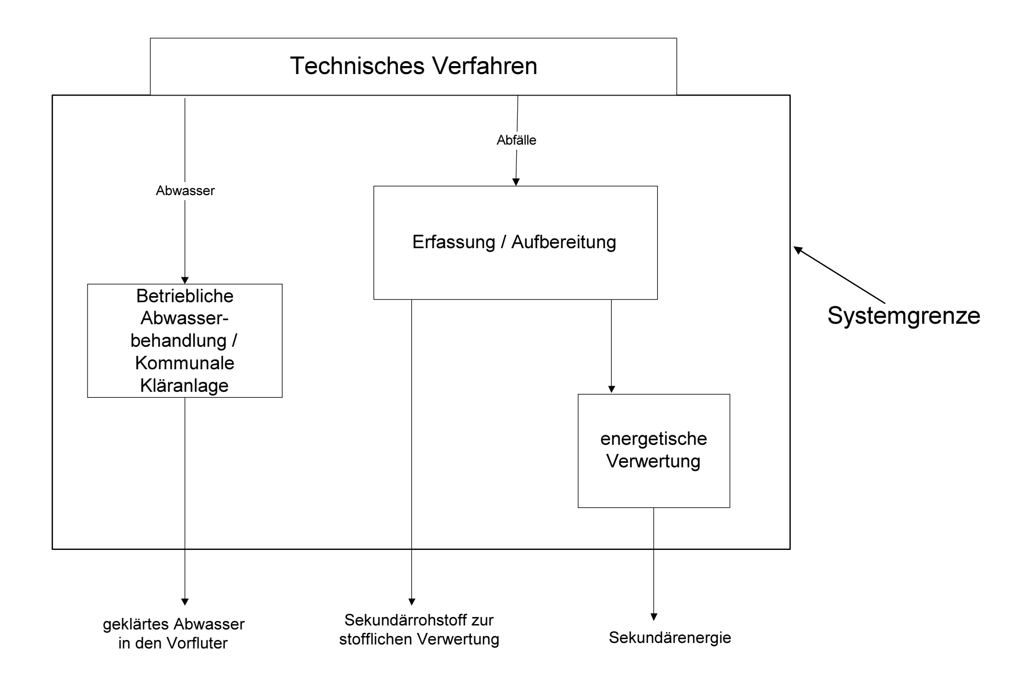


Abb. A-8: Systemgrenzen für die Entsorgung von Abfällen aus dem technischen Verfahren

Alle betrachteten Verwertungspfade und -verfahren entsprechen den aktuellen Bestimmungen der BRD.

Bei der Oberflächenreinigung von metallischen und nicht-metallischen Teilen fallen je nach Reinigungsart unterschiedliche Abfälle an, die entsorgt bzw. verwertet werden müssen. Dabei ist zu beachten, daß in die Bilanzierung der Reinigungsverfahren nur diejenigen Umweltlasten eingehen, die ursächlich auf das Verfahren zurückzuführen sind. Konkret bedeutet dies, daß die Reinigungsmittel-Abfälle und die darin gebundenen flüssigen Schmutzeinträge weiterverfolgt werden hinsichtlich der daraus resultierenden Umwelteinwirkungen. Die Menge der im Verfahren anfallenden festen Verunreinigungen sowie die Aufwendungen zur Entsorgung dieser Abfallströme sind nicht verfahrensspezifisch und wird daher bei der Bilanzierung nicht weiter betrachtet.

Feste Verunreinigungen, die aus dem Reinigungsprozeß ausgetragen werden (z.B. Späne), werden per Methodenfestlegung nicht weiterverfolgt.

A.1.1.4.3.4 Transporte

Zur umfassenden Darstellung aller Umweltlasten, die mit dem Transport von Produkten oder Abfällen verbunden sind, sind neben den Verbräuchen an Energieträgern bzw. Treibstoffen und den beim Betrieb des jeweiligen Transportmittels entstehenden Emissionen zusätzlich auch alle Aufwendungen zur Herstellung der Energieträger zu berücksichtigen.

Inputgrößen sind demzufolge die Primärenergieträger zum Betrieb der Transportmittel, d.h. der Energieeinsatz zur Beförderung der Zuladung und des

Transportmittels selbst. Outputgrößen sind die aus der Energieträgerherstellung und dem Betrieb resultierenden Emissionen und die Dienstleistung "Transport" vgl. Kapitel A.1.2.4.4.1

Die Aufwendungen zur Herstellung der Transportmittel werden methodengemäß nicht berücksichtigt.

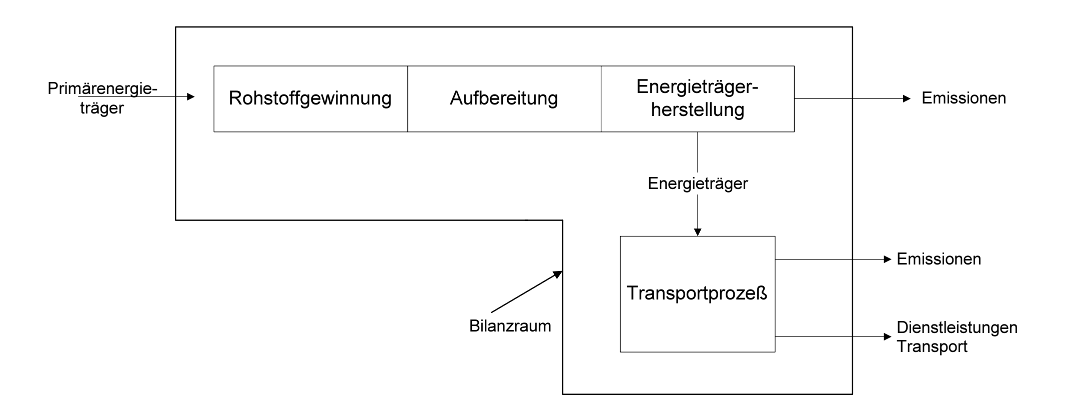


Abb. A-9: Systemgrenzen für Transportprozesse

A.1.1.4.3.5 Herstellung der Investitionsgüter

Wie in den vorangehenden Abschnitten zur Definition der Systemgrenzen beschrieben, wird in keinem der Bereiche: Technisches Verfahren, Energiebereitstellung, Herstellung von Reinigungsmitteln, Entsorgung und Transporte die Herstellung der jeweiligen Investitionsgüter in die Bilanzierung mit einbezogen. Innerhalb der Ökobilanz-Fachwelt besteht ein methodischer Konsens, daß bei Produkt-Ökobilanzen die Herstellung der Investitionsgüter für die Energiebereitstellung und Transporte und die Entsorgung nicht berücksichtigt werden, es sei denn, die zu behandelnde Fragestellung erfordert dies. Für die vorliegende Fragestellung der Ökobilanzierung von Verfahren der industriellen Teilereinigung kann diese Abschneideregel zu Transportmitteln und zu den Anlagen der Energiebereitstellung und Entsorgung übertragen werden. Für den Teilbilanzraum "Technisches Verfahren" war die Entscheidung zum Einbezug der Herstellung der Reinigungsanlage zu Beginn des Projektes mit geeigneten Mitteln zu prüfen, zu entscheiden und zu begründen. Diese Aufgabe hat das Fraunhofer IVV übernommen und folgende Fragestellungen untersucht:

- Wie groß ist der Einfluß der Umweltlasten aus der Herstellung der Reinigungsanlagen auf die Gesamtergebnisse der zu erstellenden Ökobilanzen?
- Bestehen signifikante Unterschiede zwischen der durch die Herstellung der Reinigungsanlagen verursachten Umweltlasten bei den alternativen Reinigungsverfahren?

Zur Überprüfung und Begründung dieser methodisch getroffenen Eingrenzungen des Untersuchungsumfanges und der speziellen Fragestellungen im Bezug auf die Herstellung der Reinigungsanlagen wurde vom Fraunhofer IVV eine energetische Signifikanzanalyse durchgeführt.

Energetische Signifikanzanalyse

Ziel dieser Analyse ist es, den Einfluß der verschiedenen Bereiche im Bilanzraum (methodisch festgelegte Teilbilanzräume) bezüglich des Energiebedarfes zu ermitteln.

Die energetische Signifikanzanalyse beschränkt sich auf die abschätzende Ermittlung der jeweiligen Primärenergiewerte. Der Primärenergiewert ist dabei die Summe der Inanspruchnahme erneuerbarer und nicht erneuerbarer Ressourcen. Eine Beschränkung auf den Primärenergiebedarf wird in diesem Zusammenhang als ausreichend angesehen, da bisherige Auswertungen von Produkt-Ökobilanzen gezeigt haben, daß dem Energiewert bei der ökologischen Bewertung eine Leitgrößenfunktion zukommt; vgl. [4].

Grobstrukturierung des Bereiches „Herstellung der Investitionsgüter“

Der Einfluß der Herstellung und Entsorgung der Reinigungsanlagen auf das Gesamtergebnis wurde anhand des Anteils des Primärenergiewerts zur Anlagenherstellung am gesamten Primärenergiewert (Reinigungsbetrieb und Anlagenherstellung) abgeschätzt. Dazu wurde der Bereich Anlagenherstellung in drei Teile untergliedert:

- Herstellung der verwendeten Materialien (Stahl, Kunststoffe etc.),
- Herstellung von weiteren Zukaufteilen (Pumpen, Ventilatoren etc.) und
- Fertigung der Reinigungsanlage.

Die Vorgehensweise zur Bestimmung des Primärenergiebedarfes und die Anforderungen an die Datenerfassung werden in Kapitel A.1.2.4.5 „Herstellung der Investitionsgüter“ beschrieben. Die Ergebnisse der Signifikanzanalyse werden in Kapitel B.1.6 „Einfluß der Investitionsgüter“ zusammengefaßt.

In diesem Projekt werden die Umweltlasten, die durch die Herstellung der Investitionsgüter verursacht werden, i.d.R. vernachlässigt.

Bei der Verwendung von Literaturwerten zur Abbildung der Umweltlasten der peripheren Teilbilanzräume, die nicht dieser Konvention entsprechen, wurde der Anteil der Investitionsgüter - wenn möglich - rechnerisch eliminiert.

Auch die Herstellung der Reinigungsanlagen selbst wird vernachlässigt. Diese Entscheidung wurde anhand einer Abschätzung des Kumulierten Energieaufwandes zur Herstellung des für den Bau der Reinigungsanlagen notwendigen Stahles und der entsprechenden Gutschriften durch das Recycling nach der Abschreibung der Anlagen getroffen. Das Vorgehen ist in Kapitel B.1.6 näher erläutert.

A.1.1.4.4 Teilbilanzraum Technisches Verfahren

Die Systemgrenzen für die durch Messungen vor Ort bilanzierten Anlagen sind wie folgt zu beschreiben:

- Es wurden ausschließlich Anlagen untersucht, die in Deutschland betrieben werden. Die diese Anlagen betreibenden Unternehmen waren nicht in einem bestimmten Gebiet konzentriert und waren i.d.R. in den örtlichen Gewerbe-/Industriegebieten lokalisiert.

  Im Betrieb selbst fungierten die Reinigungsanlagen i.d.R. als zentrale inhouse-Anlagen. D.h., ihre Reinigungsaufgaben resultierten aus der firmeninternen Produktion mit bekannter Art und Zahl der (Vor-) Bearbeitungsstufen.

- Die untersuchten Anlagen wurden durchschnittlich in den Jahren 1994 gebaut, wobei die wäßrigen Anlagen z.T. etwas älter, die NHKW-Anlagen z.T. etwas jünger sind. Der Untersuchungszeitraum für die Anlagen des Tripels 1 lag im Jahr 1995. Alle weiteren Anlagen wurden im Laufe der Jahre 1996 und 1997 mit einem Beobachtungszeitraum von durchschnittlich vier Monaten bilanziert.

- Aus technischer Sicht wurden Verfahren der industriellen Teilereinigung untersucht, die im Untersuchungszeitraum dem Stand der Technik entsprachen und die geltenden gesetzlichen Anforderungen erfüllten. Die Nichteinhaltung gesetzlicher Auflagen war ein Ausschlußkriterium. Spezialanwendungen und unmittelbare Neuentwicklungen auf dem Herstellermarkt wurden ausgeschlossen. Des weiteren sollte die Zuordnung der untersuchten Anlagen zu einer der Reinigungsaufgabenkategorien bei möglichst uneingeschränkter Austauschbarkeit der Anlagen einer Reinigungsaufgabenkategorie möglich sein. Es wurden Anlagen von fünf verschiedenen Herstellern bilanziert.

  Alle untersuchten Anlagen erfüllten im Untersuchungszeitraum die Aufgaben der durchschnittlich anzutreffenden Produktionspalette. Die Größe der Unternehmen, in denen die Anlagen betrieben werden, ist sehr unterschiedlich, i.d.R. ist die Beschäftigtenzahl < 500 Mitarbeiter.

Die Abgrenzung des Teilbilanzraumes Technisches Verfahren zur Umwelt bzw. zu den Segmenten der peripheren Teilbilanzräume soll zusätzlich zu der durch Abb. A-5 gegebenen Erläuterung anhand von Abb. A-10 veranschaulicht werden.

Der Bilanzraum Technisches Verfahren ist durch den schwarzen Rahmen gekennzeichnet. Dieser Rahmen entspricht körperlich zumeist der untersuchten Anlage einschließlich ihrer Peripherie. Die I/O-Ströme, die durch einen schwarzen Pfeil mit den Vor-/ Nachketten verknüpft sind, werden - entsprechend den Aussagen in den Kapiteln A.1.1.4.2 und A.1.1.4.3 - bis zur ihrer Quelle bzw. Senke in der Umwelt verfolgt. Die Herstellung der Reinigungsanlage wird aufgrund einer energetischen Signifikanzanalyse von den Betrachtungen ausgeschlossen, ihre Entsorgung ebenfalls (s. Kapitel B.1.6).

Die Verunreinigungen auf dem Reinigungsgut sowie das Reinigungsgut selbst werden nicht in die Bilanzierung einbezogen.

An den Anlagen genutztes Wasser hat seine Systemgrenze unmittelbar an der Teilbilanzraumgrenze des Technischen Verfahrens. Gleiches gilt für die Emissionen unmittelbar vor Ort, wie Geruch, Lärm, Abwärme und Lösemittelaustrag.

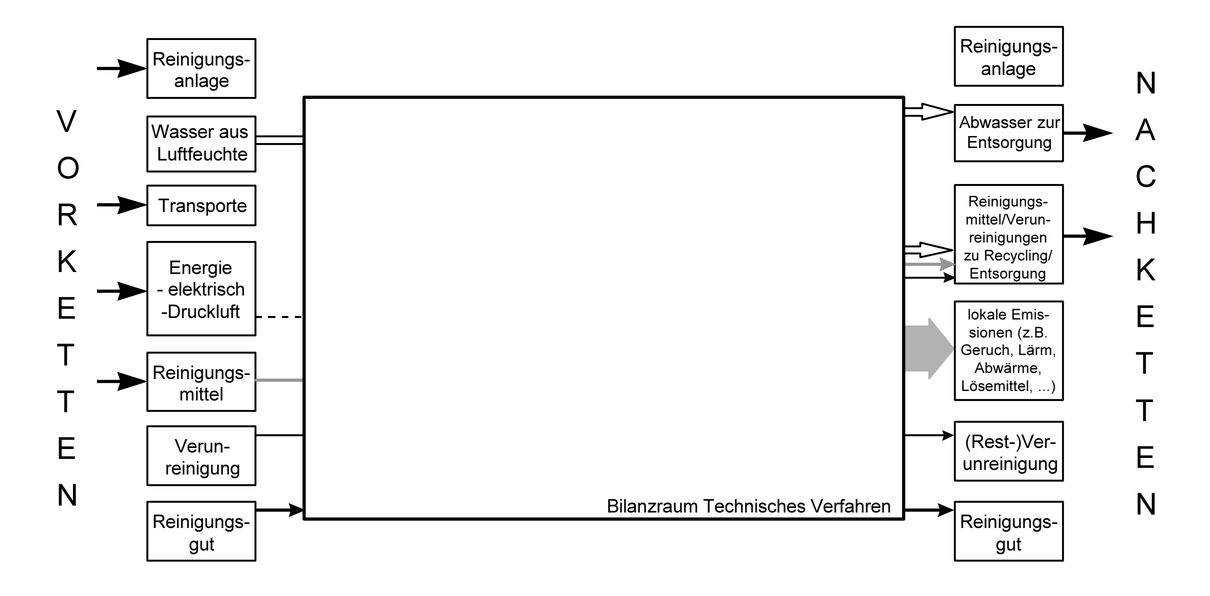


Abb. A-10: Abgrenzung des Teilbilanzraumes Technisches Verfahren

A.1.1.5 Bilanzierte Größen

Die Entscheidung, welche Größen zu bilanzieren sind, hängt von der Zielstellung des Projektes und von der Verfügbarkeit bzw. Erschließbarkeit der Daten ab. Zielstellung des vorliegenden Projektes (vgl. auch Kapitel A.1.1.1) ist die **ökologische und ökonomische** Analyse von drei Alternativen der industriellen Teilereinigung. Daraus abgeleitet sind im vorliegenden Projekt sowohl ökologisch als auch ökonomisch relevante Kenngrößen zu bilanzieren. In Anlehnung an den ISO-Standard ISO/EN/DIN 14040 "Environmental Management-Life Cycle Assessment", in dem festgelegt wurde, daß eine LCA ausschließlich ökologisch relevante Parameter erfaßt, wurde eine klare Trennung zwischen der ökologischen und ökonomischen Analyse vorgenommen. Dies verbessert die Transparenz bezüglich der Methode der Datenerhebung und der Ergebnisse und ermöglicht unterschiedliche Abbildungstiefen in beiden Bereichen. Anhand der folgenden Abbildung (Abb. A-11) wird die Abgrenzung der zu bilanzierenden ökologischen und ökonomischen Größen deutlich.

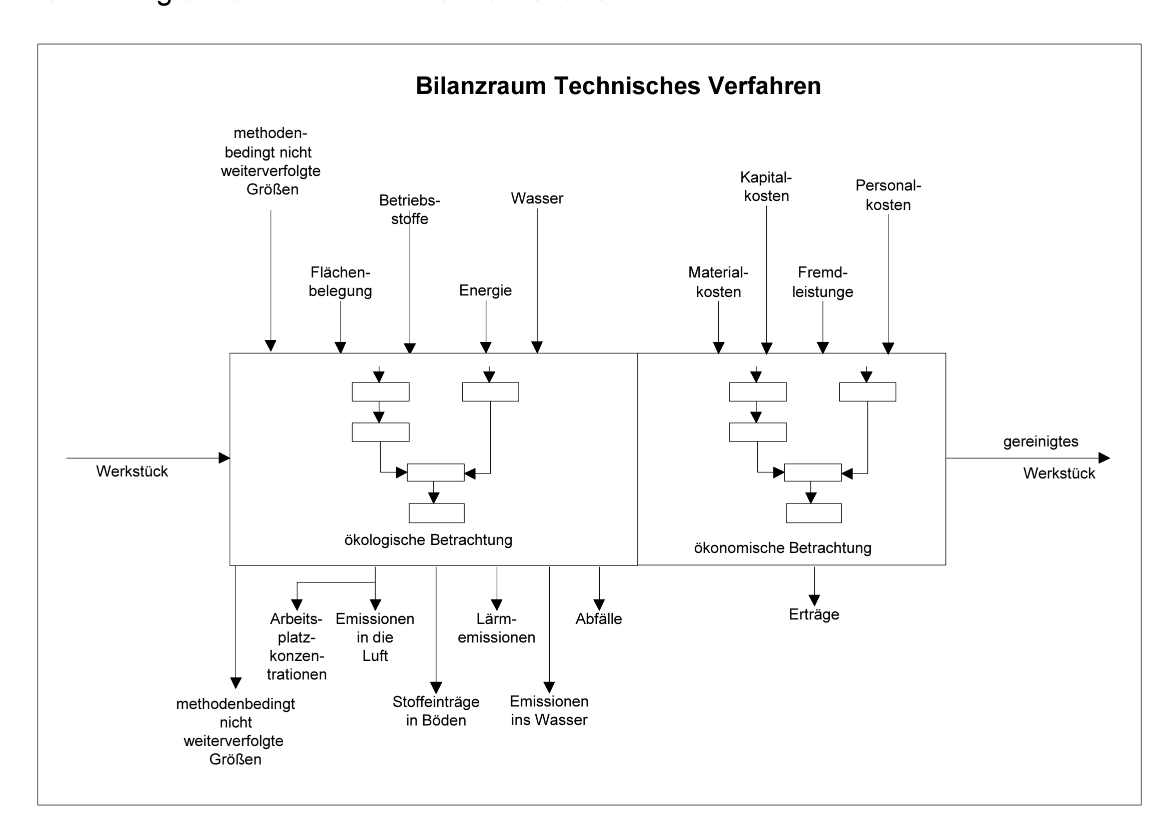


Abb. A-11: Abgrenzung der bilanzierten ökologischen und ökonomischen Größen

Die ökologischen und ökonomischen Ergebnisparameter werden getrennt ausgewiesen. Die nachfolgenden Ausführungen stellen die bilanzierten ökologischen Parameter dar. Die bilanzierten Größen für die Systemkostenanalyse werden in Kapitel A.2 dargestellt.

Die Auswahl und die Strukturierung der zu bilanzierenden ökologischen Parameter wurden vom Fraunhofer IVV für das vom Umweltbundesamt beauftragte Projekt [2] erarbeitet und für die vorliegende Aufgabenstellung angewendet.

Für die Berechnung der Sachökobilanz sind Stoff- und Energieströme zu erfassen, die von außerhalb des Bilanzraumes einfließen, sowie Größen, die den Bilanzraum verlassen. Darüber hinaus sind zur Beschreibung des modularen Prozeßkettenmodells auch die Stoff- und Energieflüsse zwischen den einzelnen Modulen der Prozeßkette zu beschreiben. Vorrangiges Ziel ist es, für diese Flußgrößen möglichst quantitative Aussagen zu treffen. Der Nutzer der Methode hat aber die Möglichkeit, eine quantitative Modulbeschreibung durch qualitative Angaben, die im Ergebnis der Bilanz vermerkt werden, zu ergänzen.

Die Stoff- und Energieströme können in verschiedene Umweltkategorien eingeteilt werden. Diese Kategorien wiederum können in "unmittelbar umweltbeeinflussende Größen" sowie in "nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen" zusammengefaßt werden.

A.1.1.5.1 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

In dieser Kategorie werden stoffliche und energetische Einflüsse auf die Umwelt erfaßt, die Umwelt gilt als Quelle (Ressourceninanspruchnahme aus der Umwelt) bzw. als Senke (Abgabe von Emissionen und Abfällen an die Umwelt).

Input-Kategorien:

- Primärenergieträger, und zwar auch rohstofflich genutzte, werden getrennt ausgewiesen. Es werden sowohl erneuerbare als auch nicht erneuerbare Ressourcen berücksichtigt.
- Mineralische Rohstoffe: nicht erneuerbare, mineralische Rohstoffe.
- Wasserentnahme aus der Umwelt: dazu zählen Quellwasser, Oberflächenwasser und nicht aufbereitetes Grundwasser.

Output-Kategorien:

- Stoffliche Emissionen in die Luft,
- Stoffliche Emissionen ins Wasser,
- Stoffeinträge in Böden,
- Deponieraumbelegung: Umweltbeeinflussende Größe ist dabei die Raumbelegung in verschiedenen Deponietypen (Hausmülldeponie, Sondermülldeponie etc.).
- Abwärme (als Emission in die Luft oder in Wasser): nicht genutzte Abwärme, die an die Umwelt abgegeben wird.

A.1.1.5.2 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

Die Gruppe der „nicht unmittelbar umweltbeeinflussenden Größen“ faßt zum einen diejenigen Flußgrößen zusammen, die als „prozeßverbindende Größen“ zwischen den einzelnen Modulen der Prozeßkette als Vorprodukte, Zwischenprodukte oder Abfälle anfallen. Können für diese prozeßverbindenden Größen die bei der Produktion bzw. der Weiterverarbeitung dieser Stoffe oder Energien entstehenden Umweltbeeinflussungen nicht berücksichtigt werden, so werden diese prozeßverbindenden Größen im Bilanzergebnisprotokoll unter der Kategorie der „aus Datenmangel nicht weiterverfolgten Größen“ aufgelistet.

Zum anderen gibt es Stoff- und Energieflußgrößen, die methodenbedingt bzgl. ihrer Herkunft oder ihres Verbleibs nicht weiterverfolgt werden, und in der Sachbilanz lediglich mit der eingesetzten bzw. abgegebenen Menge quantifiziert werden. Für diese Größen sind im einzelnen entsprechende Abschneidekriterien zu definieren.

Methodenbedingt nicht weiterverfolgte Größen

Um die vorhandene Komplexität des gesamten Untersuchungsraumes auf eine operative Basis zu reduzieren, wird der Bilanzraum auf einen in Bezug auf die Fragestellung sachgerechten Untersuchungsumfang eingegrenzt. Die Festlegung der Abschneidekriterien werden im folgenden genannt.

A.1.1.5.2.1 Minorkomponenten

Minorkomponenten sind Stoffe, die als Hilfsstoffe oder Betriebsstoffe bei Prozessen eingesetzt werden. Die hier dargelegte Definition von Minorkomponenten wurde in der Fraunhofer-Methode [3] so festgelegt und für das Projekt übernommen. Für weitere Anwendung sind die Festlegungen unter dem Aspekt der zu behandelnden Fragestellung zu überprüfen.

Hilfsstoffe

Hilfsstoffe sind Stoffe, die bei der Fertigung in das Erzeugnis eingehen. Sie sind jedoch nicht wesentlicher Bestandteil des Erzeugnisses, sondern erfüllen lediglich eine Hilfsfunktion im fertigen Produkt. Die Prozeßkette zu ihrer Herstellung wird nicht mitbilanziert, dagegen sind die aus diesen Stoffen resultierende Umweltbeeinflussungen in der Gebrauchsphase und im Entsorgungsbereich Bestandteil der Ökobilanzierung.

Betriebsstoffe

Betriebsstoffe sind Stoffe, die zum Betrieb der Investitionsgüter und für den Prozeßablauf notwendig sind. Sie sind kein wesentlicher Bestandteil des Gesamtinputs. Die Prozeßkette zu ihrer Herstellung wird nicht mitbilanziert, die Umweltbeeinflussungen aus dem Gebrauch und der Entsorgung dieser Stoffe sind dagegen Bestandteil der Ökobilanzierung.

Abschneidekriterien für Hilfs- und Betriebsstoffe

Bisherige Ökobilanzvorhaben verwenden für die Festlegung von Hilfsstoffen in der Regel das Massekriterium. Nur wenn der Masseanteil eines Stoffstroms am Gesamtinput bzw. am Gesamtoutput eine definierte Geringfügigkeitsgrenze unterschreitet und in der Vorkette kein wesentliches Umweltgefährdungspotential enthalten ist, darf die Vorkette (die Herstellung des Stoffes) abgeschnitten werden.

Für die Bilanzierung von Reinigungsverfahren wird hier zusätzlich zum Massekriterium ein Energiekriterium als Abschneidekriterium eingeführt, damit auch der Gesamtenergieinhalt von Stoffströmen bei der Festlegung als relevante Größe genutzt wird. Die Einführung des Energiekriteriums ist allerdings mit dem Problem verbunden, daß die zur Anwendung des Kriteriums notwendigen Informationen zu den Gesamtenergiewerten der Stoffe oftmals nicht erschließbar sind.

In diesen Fällen wird es als ausreichend erachtet, die fehlenden Gesamtenergiewerte zur Festlegung der Hilfs- und Betriebsstoffe abzuschätzen. Hauptkriterium der Festlegung der Hilfs- und Betriebsstoffe ist nach wie vor das Massekriterium.

Hauptkriterium „Masse“

der Massenanteil des Einzelstoffes an der Gesamtmasse aller Inputstoffe eines Moduls darf 3 Gewichtsprozent nicht überschreiten:

$$X_H \leq 3 \text{ Gew.\%}$$

die Summe aller Hilfsstoffe an der Gesamtmasse aller Inputstoffe eines Moduls darf 10 Gewichtsprozent nicht überschreiten:

$$\sum X_H \leq 10 \text{ Gew.\%}$$

Zusatzkriterium „Energie“

der Gesamtenergieanteil des Einzelstoffes am Gesamtenergieinhalt aller Inputstoffe eines Moduls darf 3 Prozent nicht überschreiten:

$$E_H \leq 3\ \%$$

die Summe der Gesamtenergieanteile aller Verfahrenshilfsstoffe am Gesamtenergieinhalt aller Inputstoffe eines Moduls darf 10 % nicht überschreiten

$$\sum E_H \leq 10\ \%.$$

Sind Gesamtenergiewerte einzelner Stoffe nicht bekannt, so können an dieser Stelle Schätzwerte verwendet werden. Die Gesamtenergie eines Stoffes ist dabei der Kumulierte Energieaufwand zur Herstellung des Stoffes (VDI 4600).

A.1.1.5.2.2 Sekundärrohstoffe und Sekundärenergien

Sekundärrohstoffe

Im Bilanzraum auftretende Abfälle zur Verwertung, die einer Verwendung außerhalb dieses Bilanzraumes (z.B. für einen anderen Nutzen oder ein anderes Verfahren) zugeführt werden sollen, verlassen diesen in aufbereiteter Form als Sekundärrohstoff. Umweltbeeinflussungen durch die Erfassung und Aufbereitung sind dem betrachteten Untersuchungsraum zuzurechnen. Die anfallende Sekundärrohstoffmenge wird als Output im Sachbilanz-Ergebnis ausgewiesen.

Genauso können bereits aufbereitete Sekundärrohstoffe von außerhalb des Bilanzraumes in den betrachteten Bilanzraum aufgenommen werden. Die Sekundärrohstoffe werden dann mit ihrer Menge als Input erfaßt. Umweltbeeinflussungen durch die Erfassung und Aufbereitung der Sekundärrohstoff-Input werden nicht mitbilanziert.

Wird ein anfallender Sekundärrohstoff wieder im gleichen Untersuchungsraum eingesetzt, so substituiert er einen Primärstoff; seine Menge wird nicht im Bilanzergebnis ausgewiesen. Im Bilanzergebnis zeigt sich das in einem geringeren Bedarf an Primärrohstoffen.

Die nachfolgende Abbildung stellt die möglichen Stoffflußschemata für Sekundärrohstoffe (Verwendung innerhalb des Bilanzraumes, Abgabe für andere Reinigungsverfahren, Abgabe zur Verwendung für einen anderen Zweck und Aufnahme aus einem anderen System) mit den methodisch definierten Bilanzraumgrenzen dar.

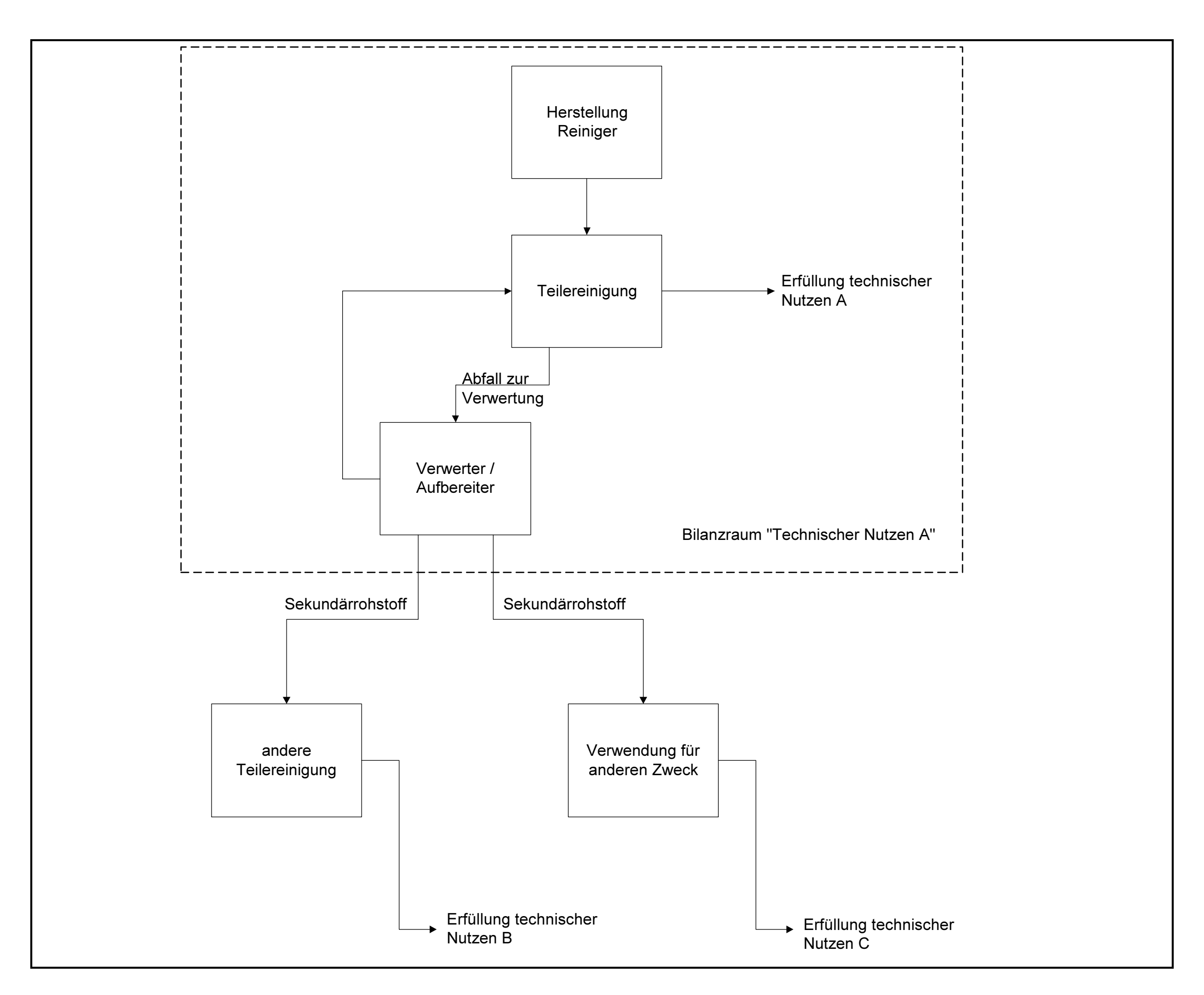


Abb. A-12: Abschneidekriterien für Sekundärrohstoffe

Sekundärenergien

Im Untersuchungsraum produzierte nutzbare Energie, die einer Nutzung außerhalb des betrachteten Untersuchungsraumes zugeführt wird, wird als Output Sekundärenergie im Sachbilanzergebnis ausgewiesen. Umweltbeeinflussungen durch die Erzeugung der Sekundärenergie werden dem betrachteten Untersuchungsraum zugerechnet. Analog wird vom betrachteten Untersuchungsraum aufgenommene Sekundärenergie als Input im Sachbilanzergebnis berücksichtigt. Umweltbeeinflussungen aus der Erzeugung der Sekundärenergie werden nicht dem betrachteten Untersuchungsraum zugerechnet.

Bewertung von Sekundärrohstoffen und Sekundärenergien

Sekundärrohstoffe sowie anfallende oder eingesetzte nutzbare Energie werden im Sachbilanz-Ergebnis mengenmäßig ausgewiesen. Eine Bewertung dieser Stoffströme auf der Sachbilanzebene erfolgt nicht. Diese Vorgehensweise befindet sich in Übereinstimmung mit dem ISO-Standard ISO/EN/DIN 14040 (keine Bewertung auf der Sachbilanzebene).

Sekundärrohstoffe können rohstofflich, werkstofflich und energetisch verwertet werden. Unabhängig von der Verwertungsart gibt es verschiedene Ansätze, wie Sekundärrohstoffe im Rahmen der Wirkungsabschätzung bewertet werden können:

- energetische Gutschrift/ Lastschrift über den unteren Heizwert,
- energetische Gutschrift/ Lastschrift über den unteren Heizwert und die Veredelungsenergie,
- energetische und stoffliche Gutschrift/ Lastschrift über den gesamten Herstellungsprozeß des Produktes, das durch den Sekundärrohstoff substituiert wird (Avoided-Burden-Konzept des Fraunhofer IVV [5]).

Im Rahmen des Verbundprojektes werden die anfallenden Sekundärrohstoffe energetisch **bzw.** stofflich verwertet und nach dem Avoided Burden-Konzept ökologisch bewertet.

Die gleiche Vorgehensweise ist auch für die Bewertung von Sekundärenergien gültig.

A.1.1.6 Allokationsverfahren

A.1.1.6.1 Kuppelproduktionen

A.1.1.6.1.1 Methodik zur Zurechnung der Umweltbeeinflussungen

Unter Kuppelproduktionen werden Produktionsprozesse verstanden, in denen neben dem gewünschten Produktoutput weitere Produkte, die genutzt werden, - sog. Kuppelprodukte - entstehen. Die Umweltbeeinflussungen, die durch einen solchen Prozeß verursacht werden, sind allen Kuppelprodukten des Prozesses anteilig zuzurechnen. Abfälle sind keine Kuppelprodukte.

Der ISO-Standard ISO/EN/DIN 14040 beinhaltet Grundsätze der Allokation, die auch im vorliegenden Projekt beachtet wurden:

- Wo immer möglich sollte eine Allokation vermieden werden.
- Bei Unvermeidbarkeit sollen die Systeminputs und -outputs den verschiedenen Kuppelprodukten so zugeordnet werden, daß die zugrundeliegenden physikalischen Beziehungen widergespiegelt werden. Dabei muß die Allokation

sich nicht notwendigerweise auf das Massekriterium stützen. Weitere physikalische Kriterien sind anwendbar.

- Wenn physikalische Beziehungen nicht oder nicht allein anwendbar sind, kann die Zurechnung auf der Basis anderer Beziehungen, z.B. ökonomische Werte, erfolgen. Wenn mehrere Allokationsverfahren zulässig erscheinen, muß eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt werden.
- Die Summe der durch Allokation zugeordneten Inputs und Outputs muß gleich den Inputs und Outputs des nicht allokierten Modules sein.
- Allokierte Prozesse müssen gekennzeichnet werden.

Die nachfolgend beschriebene Zurechnungsmethode wurde vom Fraunhofer IVV im UBA-Projekt "Lebenswegbilanzen" [2] entwickelt und im vorliegenden Bilanzprojekt angewendet.

Zur Festlegung der Bezugsgrößen, nach der die Zurechnung erfolgt, werden die Prozesse unterschieden in:

- Prozesse zur Verarbeitung von Rohstoffen zu Zwischenprodukten und deren Weiterverarbeitung zu dem gewünschten Endprodukt, ausgenommen Prozesse, deren Hauptzweck die Herstellung von Brennstoffen ist und
- Prozesse zur Herstellung von Brennstoffen, worunter Prozesse verstanden werden, in denen der Anteil der Brennstoffe an den Kuppelprodukten mindestens 80 Gew.% beträgt.

Dieser Unterscheidung gemäß werden die Bezugsgrößen für die Zurechnung der Umweltbeeinflussungen wie folgt festgelegt:

Fall a:

Befindet sich unter den Kuppelprodukten des betrachteten Prozesses kein oder höchstens ein Brennstoff, so erfolgt die Zurechnung nach der Masse der einzelnen Kuppelprodukte.

Liegen unter den Kuppelprodukten dagegen mehrere Brennstoffe vor, so werden die Kuppelprodukte zunächst in die Stoffgruppen Nicht-Brennstoffe und Brennstoffe zusammengefaßt und die Umweltbeeinflussungen auf die beiden Gruppen nach der Masse aufgeteilt. Die weitere Zurechnung zu den einzelnen Kuppelprodukten erfolgt in der Gruppe der Nicht-Brennstoffe ebenfalls nach der Masse, in der Gruppe der Brennstoffe nach dem unteren Heizwert.

Fall b:

Sind die Kuppelprodukte des betrachteten Prozesses ausschließlich Brennstoffe, so wird die Zurechnung der Umweltbeeinflussungen zu den einzelnen Kuppelprodukten nach deren unterem Heizwert vorgenommen.

Befinden sich unter den Kuppelprodukten aber auch Nicht-Brennstoffe, so werden die Umweltbeeinflussungen zunächst auf die beiden Stoffgruppen nach deren unterem Heizwert aufgeteilt. Um dabei auch Stoffe ohne Heizwert (nicht-brennbare Stoffe) berücksichtigen zu können, wird diesen formal ein spezifischer Heizwert von 1 MJ/kg

zugeordnet. Die weitere Zurechnung der Umweltbeeinflussungen zu den einzelnen Kuppelprodukten erfolgt dann analog Fall a in der Gruppe der Brennstoffe nach dem unteren Heizwert, in der Gruppe der Nicht-Brennstoffe nach der Masse.

Andere physikalische Bezugs- und Zurechnungsgrößen sind denkbar. Die Entscheidung zur Verwendung muß für jeden Prozeß einzeln getroffen werden. Verschiedentlich wird als Bezugsgröße für die Zurechnung der Umweltbeeinflussungen bei Kuppelproduktionen auch die Wertschöpfung der Produkte vorgeschlagen. Sie hat jedoch den Nachteil, daß sie von den jeweiligen wirtschaftlichen Bedingungen abhängt und daher keine konstante Größe ist. Mit der Wertschöpfung würde sich somit auch das Ergebnis der Bilanzierung ändern, ohne daß die technischen Bedingungen der betreffenden Prozesse geändert worden wären. Im vorliegenden Projekt wurde von einer Einbeziehung der Wertschöpfung als Bezugsgröße für die Zurechnung der Umweltbeeinflussungen bei Kuppelproduktionen daher abgesehen.

Beispiel: Behandlung von Kuppelprodukten

In einem Prozeß soll der Stoff C durch Verarbeitung des Stoffes A erzeugt werden. Dabei entsteht außerdem und zwangsläufig der Stoff B, der nicht Abfall ist, sondern genutzt wird und der Stoff D als Emission; siehe folgende Abbildung.

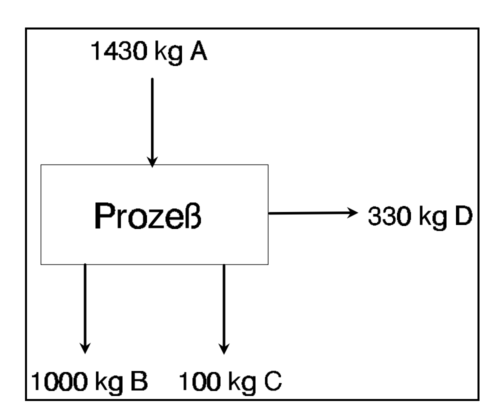


Abb. A-13: Vereinfachte Darstellung eines Kuppelprozesses

Da im dargestellten Fall Stoff B und Stoff C keine Brennstoffe sind, müssen die Emissionen und der Input des Prozesses den Stoffen B und C entsprechend ihrer Masse anteilig zugerechnet werden. Formal geschieht dies durch eine Aufteilung des Kuppelprozesses in 2 Teilprozesse:

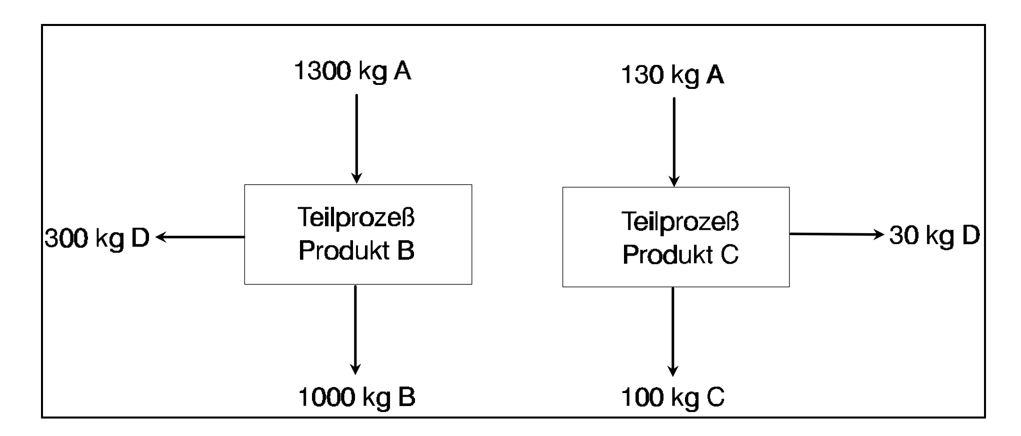


Abb. A-14: Massenbezogene Aufteilung der Emissionen und des Inputs eines Kuppelprozesses

Wird nun der Stoff C im Folgemodul angefordert, werden diesem entsprechend seiner Masse nur 30 kg Emission D und 130 kg Input an Stoff A als Umweltbeeinflussung zugerechnet.

A.1.1.6.1.2 Allokationen in den peripheren Teilbilanzräumen

Kuppelproduktionen im Bereich Vorketten

Im Bereich Vorketten sind massen- und heizwertbezogene Allokationen insbesondere bei der Herstellung der Reinigungsmittel für die wäßrigen Anlagen zu beachten.

Darüber hinaus tritt bei der Herstellung von Trichlorethylen der Kuppelprozeß Sauerstoffherstellung auf. Die Gase Sauerstoff, Stickstoff und Argon werden heute größtenteils in einem Luftzerlegungsprozeß gewonnen. Das Niederdruckverfahren ermöglicht es, alle drei Komponenten gleichzeitig aus der atmosphärischen Luft zu erhalten. Eine massebezogene Allokation ist für die Sauerstoffherstellung vorzunehmen.

Kuppelproduktionen im Bereich Energiebereitstellung

Insbesondere Energiebereitstellungsanlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung sind unter dem Gesichtspunkt Allokation wesentlich. Die Aufteilung auf Strom- und Wärmeabgabe erfolgt nach energetischen Kriterien.

Allokation im Bereich Entsorgung

Kennzeichnend für den Bereich Entsorgung ist, daß bei den einzelnen Aufbereitungs- oder Behandlungsprozessen meist Stoffgemische als Inputstrom auftreten. Für eine verursachungsgerechte Bilanzierung sind jedoch nur diejenigen Umweltbeeinflussungen zu berücksichtigen, die mit einer zu beseitigenden / zu verwertenden Einzelsubstanz in Zusammenhang gebracht werden können. Dies betrifft im Rahmen dieses Projekts insbesondere die Prozesse zur chemisch/physikalischen und biologischen Behandlung von Abfällen und Abwasserströmen. Die Allokation berücksichtigt die Elementarzusammensetzung der Inputströme sowie deren Heizwert (vgl. Kapitel A.1.2.4.3.2 und Kapitel B.1.4.2).

A.1.1.6.2 Allokationen im Bilanzraum Technisches Verfahren

Grundsätzlich gelten die unter A.1.1.6 dargelegten Aussagen auch für die Allokationen im Bilanzraum Technisches Verfahren.

Im Bereich der Sachbilanz von Produkten werden Prozesse und Verfahren häufig nur gering strukturiert oder als Black Box angesehen. Stoff- und Energieströme werden nicht detailliert betrachtet, da es in der Praxis aufgrund fehlender Informationen oft nicht möglich und in Abhängigkeit vom Erkenntnisinteresse auch nicht erforderlich ist. Eine Aufgliederung der Stoffströme innerhalb aller beteiligten Prozesse und Verfahren würde den Blick auf das in diesem Zusammenhang Wesentliche erschweren.

Jedoch werden durch eine solche Vorgehensweise die Interessen von Anlagenbetreibern, deren Informationsbedarf schwerpunktmäßig technischer und arbeitsplatzbezogener Art ist, weniger berücksichtigt. Eine Ökobilanz für technische Verfahren sollte daher die Stoffströme innerhalb einer Anlage auch im Sinne einer verfahrenstechnischen Schwachstellenanalyse untersuchen. An die Bildung von Modulen werden in diesem Zusammenhang besondere Anforderungen gestellt [6]; s. a. Kapitel 1.2.1.2.

In dieser Untersuchung wurde eine prozeßschrittbezogene Modulbildung gewählt. Zur Beschreibung der Module wurden zeitlich oder/und örtlich differenzierte Funktionen einzelner Anlagenkomponenten bzw. eine Kombination der Funktion verschiedener Anlagenkomponenten dem jeweiligen Modul zugeordnet.

Die Allokation von Stoff- und Energieströmen zwischen Modulen der Anlage erfolgte auf Basis physikalischer bzw. verfahrenstechnischer Zusammenhänge. Eine detaillierte Beschreibung der Zuordnung der gemessenen Stoff- und Energieströme zu den Modulen erfolgt in

Tab. A-3 des Kapitels A.1.2.3.1.

A.1.2 Festlegungen zur Sachbilanz

A.1.2.1 Modularer Aufbau der Prozeßkette

Der modulare Aufbau der Prozeßkette wird von allen Ökobilanzierern angewendet. Die nachfolgende Beschreibung der Gründe, Vorteile und Prinzipien wurde vom Fraunhofer IVV erarbeitet und in vielen Anwendungsbereichen erfolgreich getestet. Deshalb wurden diese Erfahrungen auch für die vorliegende Fragestellung genutzt und die Methode weiterentwickelt.

Eine modulare Untergliederung des Bilanzraumes gestattet es

- den Bilanzraum transparent darzustellen,
- zwischen technisch alternativen Verfahrenskomponenten wählen zu können und
- sensitive Bereiche innerhalb des Gesamtsystems zu identifizieren.

Dazu wird das technische Verfahren in Systemkomponenten zerlegt und jede dieser Einheiten mit Input- und Outputgrößen beschrieben. Auch die peripheren Teilbilanzräume - die Reinigungsmittel-Herstellung, die Entsorgung von Reinigungsmittelabfällen, die Energiebereitstellung und die Transporte - werden gleichermaßen in kleinste Einheiten, die mit Input- und Outputgrößen beschrieben werden können, aufgegliedert.

Diese Systemkomponenten bzw. Einheiten werden als Modul bezeichnet. Die Module der Prozeßkette bilden insgesamt ein Modul-Netzwerk, wobei die Modulverknüpfungen durch die gerichteten Stoffflüsse zwischen den Modulen gegeben sind. Die Konstruktion beliebiger Netzwerkstrukturen, insbesondere auch Hintereinanderschaltung, Quervernetzung sowie Rückführung, ist möglich. Bei Änderungen in der Prozeßkette (z.B. der Ersatz einer austauschbaren Verfahrenskomponente durch eine Alternative oder die Variation des Distributionsmodells für den Antransport des Reinigungsmittels) können die betreffenden Module ausgetauscht werden, wodurch sich die Sachbilanzen relativ einfach auf neue Bedingungen umrechnen lassen. Dies ist besonders auch dann von Vorteil, wenn nachträglicher Modifikationsbedarf (technisch, methodisch bedingt o. aus anderen Gründen) vorhanden ist oder wenn verallgemeinerte Angaben an die spezifischen Verhältnisse individuell angepaßt werden sollen.

Abb. A-15 zeigt ein Beispiel für ein solches Modul-Netzwerk.

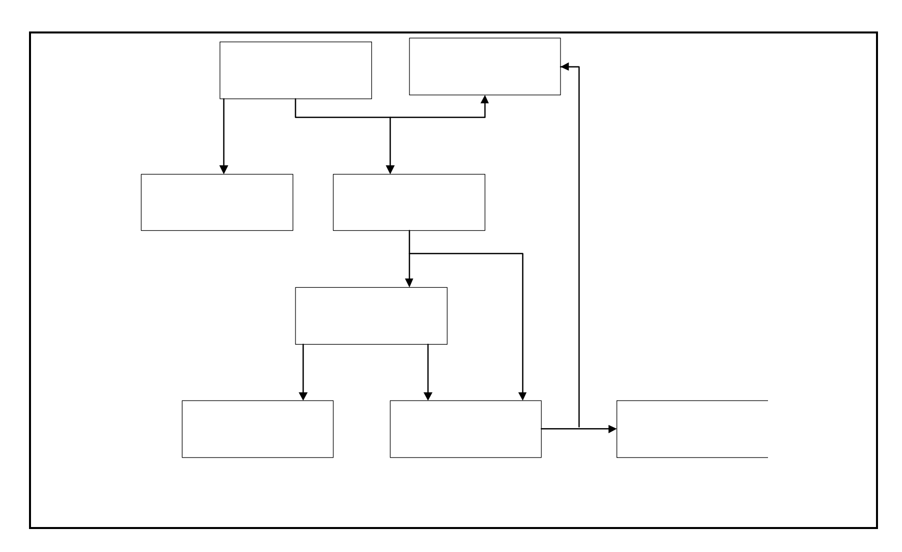


Abb. A-15: Beispiel für ein Modul-Netzwerk

Bei der Bilanzierung von technischen Verfahren repräsentiert ein einzelnes Modul beispielsweise

- ein oder mehrere Teilprozesse der untersuchten Reinigungsanlage,
- einen Energieumwandlungsprozeß,
- die Produktionsstufen für die Herstellung einer Reiniger-Komponente,
- einen Prozeß zur Aufbereitung von Reinigerabfällen oder auch
- eine Dienstleistung (u.a. Transporte).

Für die Definition von Modulen sollen folgende Richtlinien [3] beachtet werden:

- Die Modulgröße soll möglichst klein gestaltet sein. Der konkrete Umfang eines Moduls hängt häufig von der Datenlage bzw. dem Aufwand bei der Datenerhebung ab.
- Der Umfang eines Moduls wird in jedem Falle in der Modulbeschreibung ausgewiesen, so daß die Prozeßkette rekonstruierbar ist.
- Der durch ein Modul beschriebene (Teil-)Prozeß ist quasistationär, d.h. für die Input- und Outputgrößen des Moduls kann ein konstantes Verhältnis angenommen werden.

A.1.2.2 Auswahl der Anlagen - Screening

A.1.2.2.1 Methode

A.1.2.2.1.1 Ziel

Das Ziel, verschiedene Reinigungstechnologien [CKW, NHKW(VbF A3), wäßrig] anhand konkreter Anlagenbeispiele der metallverarbeitenden Industrie vergleichend zu bilanzieren, erfordert im ersten, entscheidenden Schritt die Auswahl geeigneter, vergleichbarer Anlagen.

Die Vielschichtigkeit dieser Problematik wurde im ersten Jahr des Projektes offensichtlich und führte zur Bildung von Reinigungsaufgabenkategorien (vgl. Kapitel A.1.1.3).

Die Aufgabe des hier beschriebenen Screening-Verfahrens ist, bei der Auswahl von konkreten Anlagenbeispielen deren Vergleichbarkeit innerhalb einer Reinigungsaufgabenkategorie (je eine ausgewählte Anlage aus der wäßrigen-, der CKW- und der NHKW-Reinigung) zu gewährleisten.

Das Screening wird der Datenerhebung im Teilbilanzraum Technisches Verfahren vorangestellt und soll gewährleisten, daß die Anlagen zum Zeitpunkt der Bilanzierung vergleichbare Reinigungsaufgaben (zu reinigendes Teilespektrum, Durchsatz, Verschmutzung und Reinheitsanforderungen) erfüllen.

Die Bildung der Reinigungsaufgabenkategorien diente dabei dem Ziel, durch die Einbeziehung der unterschiedlichen Praxisanforderungen verschiedener Branchen (bezüglich der verarbeiteten Werkstoffe, der Teilegeometrien, der Schmutzmengen, der Reinigungsleistungen bzw. der Anlagengrößen etc.) einen möglichst großes Spektrum der industriellen Teilereinigung zu erfassen und damit die Aussagefähigkeit des Ergebnisses zu sichern.

Es war nicht möglich Anlagen zu finden, deren Reinigungsaufgaben in allen Punkten übereinstimmten. Die durch das Screening ausgewählten Anlagen unterscheiden sich insbesondere bezüglich ihrer Betriebszustände (z.B. Auslastung), die unkorrigiert den Vergleich der Reinigungstechnologien verzerren. Diese Einflüsse werden später durch eine meßwertbasierte Simulation ausgeglichen (vgl. Kapitel A.1.1.3.1.2).

Der in diesem Projekt erarbeitete Vergleich wird über

- die Bildung von Reinigungsaufgabenkategorien (in denen mit einer gewissen Bandbreite gleiche Reinigungsaufgaben erfüllt werden),
- die Bilanzierung von je einer Anlage pro Reinigungsmedium innerhalb der Reinigungsaufgabenkategorien und

- die meßwertbasierte Simulation von gleichen Randbedingungen für den anlagen- und betriebsspezifischen Vergleich sowie den Bezug der Umweltlastenpotentiale auf eine nutzenbezogene Vergleichseinheit

realisiert.

Im folgenden wird auf die Methode der Anlagenauswahl zur Bildung der Reinigungsaufgabenkategorien eingegangen.

A.1.2.2.1.2 Vorgehen

Zunächst wurden in einer Vorauswahl Anlagen zusammengestellt (ca. 100 Stück), die nach den bei der Anlagenbestellung oder der Inbetriebnahme zugrunde gelegten Daten eine Reinigungsaufgabenkategorie bilden könnten.

Einer telefonischen Datenerfassung zur Verifizierung der ersten Angaben folgte die Erhebung von Daten an ca. 30 Anlagen vor Ort. Dabei wurden die in Tab. A-2 zusammengestellten Parameter erfaßt.

Ziel des Screenings zur Anlagenauswahl ist die Beschreibung

- der Anlagen einer Reinigungsaufgabenkategorie und
- der Reinigungsaufgabenkategorie selbst.

In diesem Rahmen wurden Analysen nach Kapitel A.1.2.2.2 bzw. A.4.2.3 sowie Befragungen der verschiedenen Verantwortungsträger im Betrieb durchgeführt und mit Angaben aus den Betriebsunterlagen ergänzt.

Die untersuchten Anlagen wurden einander tabellarisch gegenübergestellt. Nach Diskussion der zusammengetragenen Daten wurden Reinigungsaufgabenkategorien festgelegt und die endgültige Zuordnung der Anlagen zu den Reinigungsaufgabenkategorien getroffen.

Zur Absicherung der inhaltlichen Richtigkeit erhielt jede der gebildeten Reinigungsaufgabenkategorien die Patenschaft eines DGO-Mitglieds. Der Pate besichtigte die zugeordneten Anlagen vor Ort und prüfte als Reinigungsexperte die Vergleichbarkeit der Reinigungsaufgaben. Das gewählte Instrument der Patenschaft sicherte zudem die Wahrung der Anonymität der Anlagenbeispiele.

Die oben beschriebene Vorgehensweise ist in der Abb. A-16 zusammengefaßt.

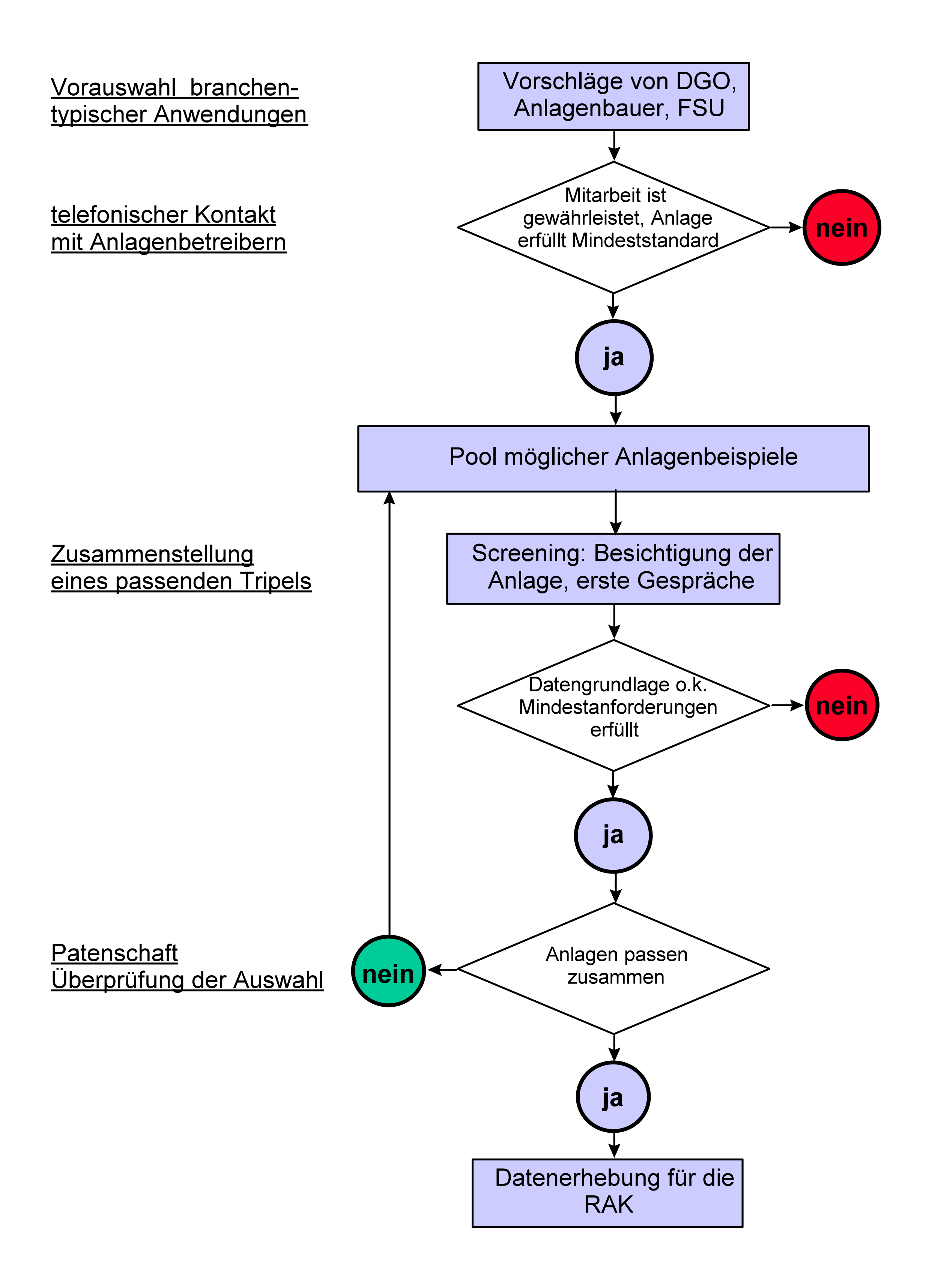


Abb. A-16: Entscheidungsraster bei der Anlagenauswahl

Parameter	Priori -tät	Beispiele
Teileart	1	Drehteile, Stanzteile, Buchse, Lager, Befestigungswinkel etc.; evtl. Angabe von Klassen mit prozentualem Anteil am Gesamtspektrum
Werkstoff	1	Aluminium, Stahl, Buntmetall etc.; evtl. Angabe von Klassen mit prozentualem Anteil am Gesamtspektrum
Teiledimension	1	∅ und L in mm; u.U. Angabe des Hüllvolumens; evtl. Angabe von Klassen mit prozentualem Anteil am Gesamtspektrum
Teilegeometrie	1	Bohrungen, Gewinde, Sacklöcher (Durchmesser, Länge, Hinterschneidungen etc.); evtl. Angabe von Klassen mit prozentualem Anteil am Gesamtspektrum
Teileanordnung	1	Schüttgut (fixiert ja/nein), positioniert (einzeln/mehrere) ; evtl. Angabe von Klassen mit prozentualem Anteil am Gesamtspektrum
Bearbeitungsschritt(e) vor der Reinigung	1	Drehen, Fräsen, Pressen, Stanzen etc.
Verschmutzungsart	1	Späne, Öl, Fett, Staub, Oxide, Korrosionsschutz, Zunder, Kühlschmierstoff (wassermischbar j/n; native Rohstoffbasis j/n)
Masse abgereinigter Schmutz	1	kg/a fest, kg/a flüssig; Angabe aus den Ensorgungsdaten
gemessener Schmutzeintrag	1	mg Öl/Teil oder m^2, mg Späne/Teil oder m^2
Reinheitsanforderungen / gemessener Restschmutz	1	trocken, spänefrei, Spänegröße; mg Restöl/Teil o. m^2; mg Restspäne/Teil o. m^2; mg C/m^2
Durchsatz, theoretisch	1	max. möglicher Durchsatz bei durchschnittlichem Reinigungsprogramm; kg/a, Chargen/h, kg/h
Durchsatz, praktisch	1	kg/a, Chargen/h, kg/h
Auslastung	1	chargenbezogen: Quotient aus praktischem und theoretischem Durchsatz
Betriebsmodus / Betriebsstunden pro Jahr[1]	1	Kontinuierlicher oder Batch-Betrieb, 1-,2-,3-Schichtbetrieb, wieviel Tagewoche etc.; h/d, d/a, h/a;
Anzahl und Größe der Behälter	2	m^3
Bearbeitungsschritt(e) nach der Reinigung	2	Lackieren, Galvanisieren, Montage, Lager etc. ; am wichtigsten ist der Bearbeitungsschritt, der bzgl. der Reinheitsanforderungen am empfindlichsten ist
Chargenmasse	2	kg
Zahl der versch. Teile pro Jahr	2	Stück
Füllhöhe	2	%, ½ ganz, Höhe in cm etc.
Korbgröße	2	L x B x H in mm
Qualitätskontrolle (Analysenverfahren)	3	Sichtkontrolle, DIN 38 409/H18, Wischtest, Benetzungstest, Funktionsprüfung etc.
Prozeßstufe	3	Zwischenreinigung, Grobreinigung, Endreinigung etc.
Korbart	3	Gitter, Lochkiste (Durchmesser Lochung etc.)
Korbmaterial	3	Edelstahl, Stahl verzinkt etc.
Masse der Anlage	4	t
Größe der Anlage	4	L x B x H in mm
Badaufbereitung	4	Adsorber, Verdampfer, MF/UF, Ölabscheider etc.

Tab. A-2: Orientierungsraster zur Einordnung einer Anlage in eine Reinigungsaufgabenkategorie; geordnet nach der Priorität ihrer Parameter

A.1.2.2.1.3 Parameter zur Beschreibung einer Reinigungsaufgabenkategorie

Die zu vergleichenden Anlagen bzw. die durch sie zu lösenden Reinigungsaufgaben können durch eine Vielzahl von Parametern charakterisiert werden (Anlagengröße, Teilegeometrie, Material, Verschmutzungsart, Betriebszustand der Anlage usw.), die bei einem Vergleich von unterschiedlicher Bedeutung sein können. Zu Beginn der Untersuchungen wurde für die Erstellung der Reinigungsaufgabenkategorien eine Parameterliste erarbeitet, die für jede in den Vergleich aufzunehmende Anlage zu betrachten ist (Tab. A-2). In der Tabelle ist zugleich beispielhaft gezeigt, welche Priorität den einzelnen Parametern bei der Zuordnung einer Anlage zu einer Reinigungsaufgabenkategorie zunächst eingeräumt wurde. Für die Prioritätsstufen gilt:

1 - Die Übereinstimmung dieses Parameters innerhalb einer Reinigungsaufgabenkategorie sollte sehr hoch sein. Die Parameter dieser Prioritätsstufe werden maßgeblich für die zur Einordnung einer Anlage in eine Reinigungsaufgabenkategorie herangezogen.

2 - Die Übereinstimmung dieses Parameters innerhalb einer Reinigungsaufgabenkategorie ist anzustreben.

3 - Die Übereinstimmung dieses Parameters innerhalb einer Reinigungsaufgabenkategorie ist von untergeordneter Bedeutung.

4 - Die Angabe dieses Parameters dient der Ergänzung.

Ein weiteres Problem bei der Zuordnung von Anlagen zu einer Reinigungsaufgabenkategorie ist die Bandbreite der für die einzelnen Parameter zulässigen Abweichungen.
Es sind zu beachten, daß

- die Quantifizierung der Parameter u.U. mit sehr große Toleranzen behaftet ist oder
- eine Quantifizierung der Parameter nicht immer möglich ist.

Eine Angabe von absoluten Toleranzwerten für die Parameter des Screenings wurde als nicht sinnvoll betrachtet. Vielmehr wurde für die Anlagen jeder Reinigungsaufgabenkategorie die Übereinstimmung der Parameter separat diskutiert.

A.1.2.2.1.4 Beschreibung einer speziellen Reinigungsaufgabenkategorie

Für jede Reinigungsaufgabenkategorie werden die wesentlichen Nutzenparameter dokumentiert und vergleichend gegenübergestellt. Die Unterschiede innerhalb und zwischen den Reinigungsaufgabenkategorien werden graphisch veranschaulicht und die Vergleichbarkeit der Reinigungsaufgaben diskutiert.

A.1.2.2.2 Analysen zur Beschreibung der Reinigungsaufgabenkategorie

Ein von Anlage zu Anlage verschiedener Teil der notwendigen Daten aus Tab. A-2 kann direkt beim Betreiber erfragt oder den Betriebsunterlagen entnommen werden, wie z.B. Teileart, Werkstoffe, Prozeßstufe, etc..

Die Quantifizierung anderer Parameter erfolgte während des Screenings z.T. durch eigene Analysen, die im folgenden beschrieben werden. Wurden die Analysen nach einem Standardverfahren durchgeführt, wird hier nur die Methode benannt und auf die entsprechende Literatur verwiesen. Teilweise war es nicht möglich, alle Parameter während der Voruntersuchung detailliert zu erheben. Die beschriebenen Analysen wurden dann im Rahmen der Hauptuntersuchung entsprechend ergänzt.

A.1.2.2.2.1 Bestimmung des Verschmutzung der Teile und des Restschmutzes

Für die Auswahl der Anlagen bzw. ihre Zuordnung zu einer Reinigungsaufgabenkategorie wurden der feste und flüssige Schmutz auf den Teilen sowie der auf den Teilen verbleibende Restschmutz experimentell bestimmt:

Dazu wurde der Schmutz (*fest* z.B.: Späne, Staub; *flüssig* z.B.: Öl, Emulsion) quantitativ von den Teilen in ein Lösemittel (Cyclohexan) überführt und nach Verdampfen des Lösemittels gravimetrisch bestimmt (Eine ausführliche Beschreibung der angewendeten Methode findet sich in Kapitel A.4.2.3). Werden innerhalb einer Anlage Teile unterschiedlicher Größe oder/und Verschmutzung gereinigt, können sie nach visueller Einschätzung in Klassen eingeteilt und die Anteile der Klassen in Prozent notiert werden. Die Werte für den Schmutzeintrag und den Restschmutz werden dann für jede Klasse getrennt ausgewiesen. Wenn dies aus Kapazitätsgründen nicht möglich ist, werden repräsentative Mischproben zusammengestellt.

Grenzen der Methode:

Die Bestimmung ist mit relativ großem Aufwand verbunden und kann dabei nur den Charakter einer Stichprobe haben. Insbesondere für die Bestimmung des Schmutzeintrag können die Werte nur zur Orientierung dienen. So werden Schwankungen der Verschmutzung bei verschiedenen Chargen (z.B. durch das Abtropfen der flüssigen Verunreinigungen bei längerem Stehen einer Charge vor der Reinigung) nicht erfaßt. Auch der unterschiedliche Schmutzeintrag in die Anlage durch die Körbe selbst bleibt unberücksichtigt.

In diesem Zusammenhang ist kritisch zu prüfen, mit welcher Priorität diese Parameter in die Beschreibung der jeweiligen Reinigungsaufgabenkategorie eingehen. Aus gleichem Grund kann der aus der Teileverschmutzung hochgerechnete Schmutzeintrag pro Jahr nicht zur Datenerhebung für die Masse abgereinigten Schmutzes der Anlage pro Jahr herangezogen werden.

A.1.2.2.2.2 Bestimmung der Masse abgereinigten Schmutzes

Ausgangspunkt für die Erfassung des durch eine Anlage abgereinigten flüssigen und festen Schmutzes pro Jahr waren die vom Betreiber der Anlage bei deren Bestellung angegebenen Mengen. Diese Daten standen jedoch nicht für alle in die Anlagenauswahl einbezogenen Anlagen zur Verfügung. In anderen Fällen wichen die vorhandenen Angaben deutlich von den während des Anlagenbetriebes registrierten Daten ab.

Für die ausgewählten Anlagen wurde die Masse des abgereinigten **flüssigen Schmutzes** im Rahmen der Datenerhebung über die Entsorgungsnachweise für das zu entsorgende Öl (l/a, kg/a) ermittelt. Dabei wurden die Restlösemittelgehalte bzw. der Wasseranteil der entsorgten ölhaltigen Abfälle berücksichtigt (über Analysenprotokolle des Entsorgers oder eigene Messungen, vgl. Kapitel A.1.2.3).

Analog wurde die Masse des abgereinigten **festen Schmutzes** im Rahmen der Datenerhebung über innerbetriebliche Nachweise (kg/a) oder über eigene Messungen (z.B. Wägung der Späne bei wöchentlicher Leerung der Filter und daraus abgeleitete Berechnung der Jahresmenge) bestimmt. Für die Zuordnung der Anlagen zu den Reinigungsaufgabenkategorien erwies es sich hierbei als wesentlich, ob Problemteile mit Spänen vorliegen bzw. ob die Anlage für solche Reinigungsprobleme ausgelegt ist oder nicht. Die Anlagen innerhalb einer Reinigungsaufgabenkategorie sollten diesbezüglich einheitliche Voraussetzungen erfüllen. Die Absolutmenge der anfallenden Späne ist dagegen als weniger bedeutend einzustufen.

A.1.2.2.2.3 Bestimmung der Oberfläche der Teile

Für die Angabe der Masse Schmutz pro Oberfläche der Teile sowie für die Ermittllung des Oberflächendurchsatzes ist die Oberfläche der Teile zu bestimmen. Sie wird, sofern die Möglichkeit beim Anlagenbetreiber besteht, über CAD und die Daten der Teile berechnet. In der Regel werden die Teile von Hand vermessen und die Oberfläche berechnet. Liegen keine Oberflächenwerte über CAD vor, wird beim Oberflächen-Durchsatz realistisch mit relativen Fehlern bis zu 50 % zu rechnen sein.

Für die Einteilung der Reinigungsaufgabenkategorien wird die Güte dieser Daten als ausreichend eingeschätzt, da der im praktischen Betrieb wichtige Chargen-Durchsatz genau ermittelt werden kann.

A.1.2.2.2.4 Bestimmung des Durchsatzes

Standen keine Daten aus der innerbetrieblichen Datenerfassung zur Verfügung, wurden die benötigten Daten im Rahmen des Screenings bzw. während der Datenerhebung ermittelt und in einer Tabelle analog Kapitel C.2.2 dokumentiert.

Die Bestimmung des Durchsatzes der Anlage konnte auch im Rahmen der Hauptuntersuchung aus Kapazitätsgründen nur während zwei bis drei Tagen erfolgen. Während dieses Zeitraumes wurde der Durchsatz bezüglich der Zahl der Chargen, der Zahl der Teile, ihrer Masse und Oberfläche protokolliert. Dabei war insbesondere darauf zu achten, daß die Werte für einen repräsentativen Programmix der Anlage erhoben wurden.

Lagen verläßliche Daten des Betreibers vor (Begleitzettel mit Angaben zur Zahl der Teile, Masse und Oberfläche pro Charge), wurden diese Werte übernommen. Da der Chargendurchsatz an den meisten Anlagen automatisch erfaßt und am Display des Bedieners abgerufen werden kann, ist der durchschnittliche Chargendurchsatz pro Zeiteinheit in der Regel sehr sicher zu bestimmen.

Für *Schüttgut* wurde die Masse und die Teilezahl einer Charge durch Wiegen ermittelt. Die Bestimmung der Oberfläche erfolgte wie in Kapitel A.1.2.2.2.3 beschrieben.

Positionierte Teile einer Charge wurden gewogen und gezählt und die Oberfläche der Teile analog Kapitel A.1.2.2.2.3 bestimmt.

Der Jahresdurchsatz wurde durch Multiplikation der ermittelten Durchsätze pro Tag bzw. Stunde mit der Anzahl der Arbeitstage bzw. -stunden errechnet.

Bei der Bestimmung des Durchsatzes muß sichergestellt sein, daß der Meßzeitraum im Normalbetrieb liegt und ein repräsentativer Programmix erfaßt wird. Dazu sind Befragungen durchzuführen, während des ca. 16-wöchigen Beobachtungszeitraumes registrierte Abweichungen zu notieren und ggf. ein Abgleich mit dem Chargen-Durchsatz und der Betriebsdauer durchzuführen.

Ein an der Machbarkeit orientierter Aufwand kann zu Problemen bezüglich der Repräsentativität der Daten führen, wobei insbesondere bei der Teileanzahl und dem Oberflächen-Durchsatz Ungenauigkeiten resultieren können. Die Genauigkeit der ermittelten Werte ist für den Chargendurchsatz hoch (± 10 %) und nimmt über den Massen-, zum Teile- und Oberflächen-Durchsatz hin ab. Für die Einteilung der Reinigungsaufgabenkategorien wird die Güte dieser Daten jedoch als ausreichend eingeschätzt.

A.1.2.3 Datenerfassung im Teilbilanzraum Technisches Verfahren

Im Kapitel A.1.2.2 ist die Vorgehensweise zur Auswahl der Anlagen aus dem Bereich der wäßrigen-, der CKW- und der NHKW-Reinigung beschrieben. Im Rahmen dieses Sreeningverfahrens werden bereits einige Daten zusammengetragen, die die Grundlage für die Anlagenauswahl und die Zuordnung der Anlagen zu den Reinigungsaufgabenkategorien bilden.

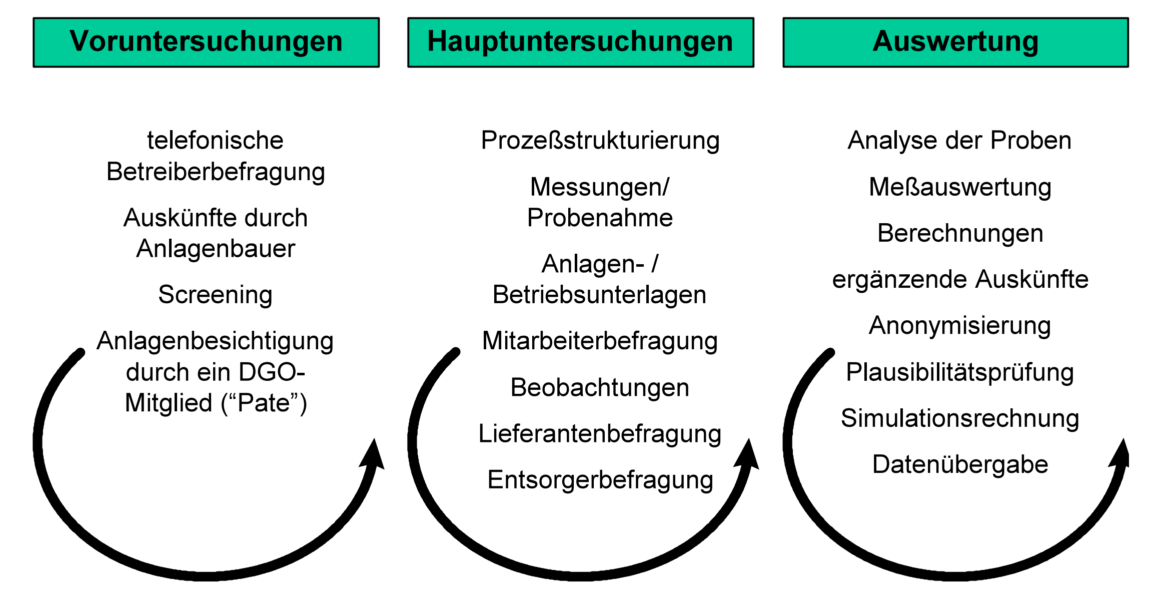


Abb. A-17: Strukturierung der Datenerhebung im Bilanzraum Technisches Verfahren

An diese Voruntersuchungen schließt sich die eigentliche Datenerhebung an den Anlagen an.

Im folgenden wird die Bestimmung aller im Rahmen der Datenerhebung an den Anlagen zu messenden Größen, die Aufbereitung der Meßgrößen und die Verfahren zur Übertragung der Meßgrößen in die modulare Struktur dargelegt.

Kapitel A.1.2.3.1 beschreibt die Analysen zur Beschreibung der I/O-Flüsse und die Aufbereitung der Meßdaten zur Übertragung in die modulare I/O-Struktur. Kapitel A.1.2.3.2 charakterisiert die Bestimmung der Nutzeneinheit, Kapitel A.1.2.3.3 die Ermittlung der Größen zur Beschreibung der lokalen Wirkungen.

Die Analysen zur Beschreibung der Reinigungsaufgabenkategorie wurden bereits im Kapitel A.1.2.2 beschrieben. Alle darüber hinaus zu erhebenden Größen wurden beim Anlagenbetreiber erfragt (Anhang A.4.2.2).

Die Ergebnisse der Datenerhebung und -aufbereitung fließen in den sogenannten Moduldaten- und Rohdatenblättern zusammen (vgl. Kapitel B.1.1.3 bzw. im Anhang A.4.2.2).

Während die Moduldatenblätter die einzelnen Module in ihren Funktionen und Eigenschaften beschreiben und die Input-/Output-Flüsse auf Modulebene wiedergeben, charakterisiert das Rohdatenblatt die Reinigungsanlage als Ganzes.

Die folgende Abbildung skizziert schematisch die Dokumentation der erhobenen Daten zur Beschreibung des Bilanzraumes Technisches Verfahren.

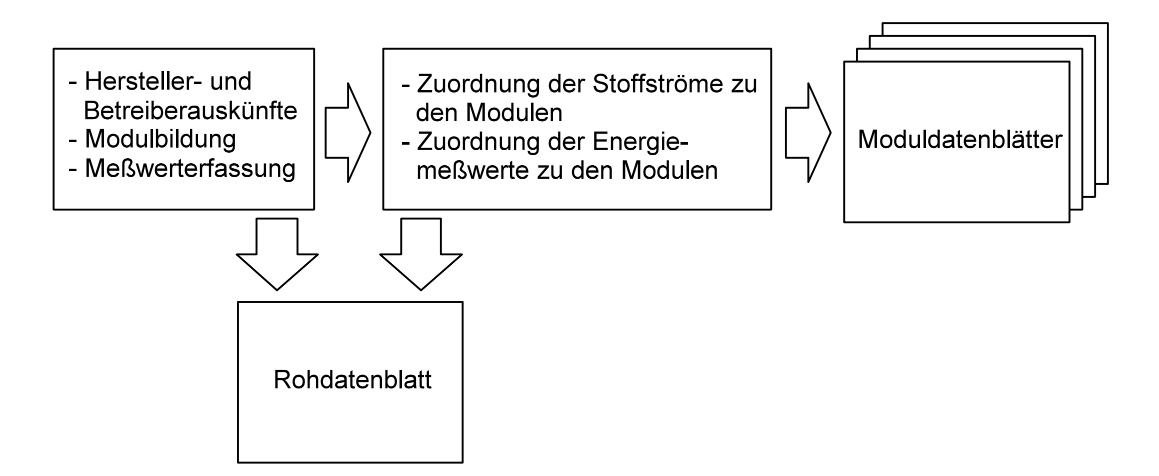


Abb. A-18: Dokumentation der Daten zur Beschreibung des Technischen Verfahrens

Eine detaillierte Darstellung der Einzelschritte der Datenerhebung an den untersuchten Reinigungsanlagen wird in folgender Liste gegeben:

1. Einsicht in die Betriebsanleitung der Reinigungsanlage
2. Prozeßstrukturierung und Modulbildung
3. Ermittlung der vorhandenen Meßgeräte und Labors
4. Prüfung, ob und welche Daten vorhanden sind
5. Prüfung der Verfügbarkeit von Daten
6. Klärung der Bereitschaft zur Datenlieferung
7. Datenerhebung mit Hilfe der allgemeinen Erhebungsbögen
8. Erstellung des spezifischen Erhebungsbogens
9. Datenerhebung mit Hilfe des spezifischen Erhebungsbogens
10. Erstellung des Konzeptes der Messungen und Analysen
11. Organisation und Planung der Messungen und Analysen
12. Beschaffung / Miete fehlender Meßgeräte
13. Durchführung von Messungen und Analysen vor Ort
14. Durchführung von Probenahmen vor Ort
15. Durchführung von Messungen und Analysen am Institut für Technische Chemie der FSU Jena
16. Durchführung von Messungen und Analysen an anderen Instituten der Chemisch-Geowissenschaftlichen Fakultät der FSU Jena
17. Vergabe von Messungen und Analysen als Auftrag an Dritte
18. Auswertung der Daten
19. Übertragung der Daten in die modulare Struktur
20. Prüfung, ob die erhobenen Daten die Anlage vollständig beschreiben

A.1.2.3.1 Analysen zur Beschreibung der I/O-Flüsse und Konzept zur Aufbereitung der Meßdaten

Zunächst erfolgt prozeßschrittbezogen die Untergliederung der Anlage in die Module (s.a. Kapitel A.1.1.6.2). Als Ergebnis dieser Prozeßstrukturierung wird ein Prozeßfließschema erarbeitet (s. Kapitel B.1.2.2).

Im Zeitraum der Datenerhebung soll sich die Anlage im stationären Zustand befinden. Bzgl. der Stationarität und der Repräsentativität des unmittelbaren Meßzeitraumes (ca. 3 Wochen) muß auf die Aussagen der Anlagenbetreiber zurückgegriffen werden. Abweichungen während des ca. 16wöchigen Beobachtungszeitraumes sind zu notieren. Es ist weiterhin zwingend darauf zu achten, daß die Stoff- und Energieflüsse während der Anfahrzeiten (wöchentlich, täglich) und den Wartungsintervallen (Badwechsel, Lösemittelwechsel, Spanaustrag etc.) der Anlagen mit erfaßt werden.

Zu jedem Stoff- und Energiestrom ist die *Aktivzeit* pro Jahr zu ermitteln (Messungen, Betreiberangaben, Taktzeiten, etc.), d.h. die Zeit, die der Stoff- oder Energiestrom fließt.

Auftretende Emissionsquellen sind zusätzlich bzgl. folgender Eigenschaften zu charakterisieren:

- diffus / Punktquelle
- stationär / mobil
- global-regionale / lokale Verteilung
- bodennahe / über Schornstein
- häufig / selten
- Zahl der Quellen hoch / niedrig
- Indirekteinleiter / Direkteinleiter
- kontinuierlich / diskontinuierlich

Tab. A-3 gibt eine Übersicht über die Analysen zur Beschreibung der I/O-Flüsse und der Aufbereitung der Meßdaten zur Übertragung in die modulare Struktur. Die angegebenen relativen Fehler sind jeweils statistische Fehler der Einzelmessungen. Sie sind zufällig und in ihrer Größe durch die Meßmethode bestimmt. Sie sind nicht repräsentativ für Schwankungen der Parameter über einen längeren Zeitraum, z.B. ein Jahr (diese Schwankungen sind meist viel größer). Eine Ausnahme von dieser Aussage bilden die Meßwerte für die Volumenströme zwischen den Modulen einer Anlage.

Übersicht über Analysen zur Beschreibung der I/O-Flüsse und der Aufbereitung der Meßdaten zur Übertragung in die modulare Struktur

Parameter	**Analysen zur Beschreibung der I/O-Flüsse**	**Aufbereitung der Meßdaten zur Übertragung in die modulare Struktur; Bezug des Meßwertes auf Aktivzeit pro Jahr; Zuordnungsvorschriften**	**rel. stat. Fehler des I/O**	**Anmerkungen**
Energie, elektrisch erzeugt	Messung mit konventionellen Stromzählern oder mit einem elmes Data Logger in Zusammenarbeit mit einem Elektriker	meßbare Einzelverbraucher (EV): quantitative Zuordnung der Leistungsaufnahme zu den verschiedenen Modulen gemäß Takt- bzw. Aktivzeit o.ä.	5 %	
		gemeinsam gemessene EV: quantitative Zuordnung der Leistungsaufnahme zu den verschiedenen EV oder Modulen • gemäß Takt- bzw. Aktivzeit o.ä. • nach thermodynamischen Gesichtspunkten gemäß der für EV ermittelt. Volumenströme und Temperaturdifferenzen	10 % 30 %	
	nicht meßbare Einzelverbraucher: Bestimmung der Anschlußleistung und der Aktivzeit	• quantitative Zuordnung der theoretischen Leistungsaufnahme zu den verschiedenen Modulen gemäß Takt- bzw. Aktivzeit o.ä. • Kleinverbraucher: Differenz Anlage - Σ Einzelverbraucher; Zuordnung zum Modul Reinigung (bei n Reinigungsmodulen $^{1}/_{n\text{-tel}}$ pro Modul)	10 % 10 %	
Energie, thermisch erzeugt	• ausschließlicher Betrieb des Energieerzeugers für die Anlage: direktes Ablesen des Gas-/ Heizölverbrauches	meßbare EV: quantitative Zuordnung des Energieträgerverbrauches zu den verschiedenen Modulen gemäß Volumenstrom, Taktzeit o.ä.	20 %	Angaben über • die Art und den Verbrauch des Energieträgers • die Größe des Kessels • den Wirkungsgrad des Energieerzeugers notwendig (Berechnung des Primärenergiebedarfes)
(Heißdampf/ -wasser)	• Nutzung des Energieerzeugers für mehrere Abnehmer: Bestimmung der für die Allokation notwendigen Daten (separate Gas-/ Heizölvolumenströme, Zeittakte für Ventile o.ä.)	Anlage mit gemeinsam gemessenen EV: quantitative Zuordnung des Verbrauches zu den verschiedenen EV bzw. Modulen • gemäß Volumenstrom, Taktzeit o.ä. • nach thermodynamischen Gesichtspunkten gemäß der für die Komponenten ermittelter Volumenströme und Temperaturdifferenzen	20 % 30 %	
Druckluft	• ausschließlicher Betrieb des Kompressors für die Anlage: Messung des Stromverbrauches; alternativ Notation des Druckes, des Volumenstromes und der Anschlußleistung	meßbare EV: quantitative Zuordnung des Druckluftverbrauches zu den verschiedenen Modulen gemäß Volumenstrom, Taktzeit o.ä.	20 %	Es wurden in der Regel die Herstellerangaben herangezogen.
	• Nutzung des Kompressors Kompressors durch mehrere Abnehmer: Bestimmung der für die Allokation notwendigen Daten (separate Volumenströme, Zeittakte für Ventile etc.)	Anlage mit gemeinsam gemessenen EV: quantitative Zuordnung des Druckluftverbrauches zu den verschiedenen Einzelverbrauchern oder Modulen gemäß Volumenstrom, Taktzeit o.ä.	20 %	

Reinigungs-medien	• Gesamtverbrauch aus Betriebsunterlagen • Reinigerkonzentrationen gemäß Produktbeschreibung • Leitfähigkeiten und pH-Werte nach Standardmethoden • Dichte der Reinigungsmedien		10 %	Der Verbrauch der Reinigungsmittel pro Jahr (Angabe aus den Betriebsunterlagen) soll als Kontrollgröße fungieren.
	• Flüsse der Medien zwischen den Modulen durch Auslitern (bei geschlossenen Anlagen Nutzung von Herstellerangaben) • Verschleppung von Reinigungsmedien: Messungen und Herstellerangaben 50 %	I/O-Massenströme der Reinigungsmedien zwischen den Modulen: • Multiplikation der Konzentration des Reinigungsmediums mit dem ermittelten Volumenstrom oder • Zuordnung des Gesamtwertes zu den einzelnen Modulen gemäß der Badvolumina und den Flußangaben der Anlagenhersteller	≤ 50 %	Es werden zwei Proben je Behälter und Woche sowie zwei Proben vor einem Medienwechsel gezogen.
Flüssiger Schmutz	wäßrige Medien: • quantitative IR-Spektroskopie nach DIN 38 409 Teil 18 • bei sehr hohen Öl-Gehalten, z.B. in den Sümpfen, entsprechend DIN 51 368	I/O-Massenströme des flüssigen Schmutzes zwischen den Modulen: • Multiplikation der Ölkonzentration des Reinigungsmediums / des Sumpfes mit dem ermittelten Volumenstrom oder	10 %	Es werden zwei repräsentative Proben je Behälter sowie zwei Proben vor einem Medienwechsel gezogen.
	Lösemittel-Anlagen: • Abtrennen des Lösemittel und – GC/FID (NHKW- Anwendung) – GC/ECD (CKW-Anwendung) • Ölgehalt von Abfällen und Recyclingprodukten u.U. auch aus Begleitpapieren	• Zuordnung des Gesamtwertes zu den einzelnen Modulen gemäß der Badvolumina und den Flußangaben der Anlagenhersteller	15 %	
Schwer-metalle (Zn, Fe, Cu, Sn, Cr, Pb, Al, Ni)	Metall-Konzentrationen in den einzelnen Bädern und direkt vor Badwechsel gemessen (u.U. sind die Proben zur Vorbereitung der Messungen über eine G4-Fritte zu filtrieren). • Atom-Absorbtions-Spektroskopie • spektralphotometrisch mit den Standardküvettentests der Fa. Dr. Lange / Fa. Merck (komplex gebundene Metalle aufschließen)	Multiplikation der Schwermetallkonzentration des Mediums mit dem ermittelten Volumenstrom	≤ 50 %	Die Bestimmung der mit dem Abfall ausgetragenen Schwermetalle ist bei der Bilanzierung wäßriger Anlagen und bei der Analyse des Kontaktwassers von Lösemittelanlagen notwendig.
Emissionen am Arbeitsplatz	für Lösemittel-Anlagen: • mit einem transportablen IR-Spektrometer • mit einem transportablen Mengenstromdetektors (FID); erfaßt alle kohlenstoffhaltigen Substanzen	Aus den Konzentrationen werden keine Frachten abgeleitet.	5 % (MIRAN 1A).	Im Zeitraum der Datenerhebung werden zwei unabhängige Messungen durchgeführt.

Charakteri-sierung der Abfälle (Ölsumpf)	• Dichte • Schwermetallbestimmung • Reinigergehaltsbestimmung • Ölgehalt auch durch Differenzrechnung zum Reiniger- und Wassergehalt • Elementaranalyse für CHN, ggf. S mit einem LECO CHNS 932 Analysenvollautomat • Chlor-Gehalt durch Verbrennung nach Schoeniger [7] • CSB-Bestimmung • Bestimmung des oberen Heizwertes durch Kalorimetrie	Ermittlung der Frachten durch Multiplikation der Konzentrationen mit den zugehörigen Volumenströmen	entspre-chend dem Fehler des Volu-men-stromes	Für die Charakterisierung des Ölsumpfes / der Abfälle sind jeweils zwei repräsentative Proben zu ziehen
CSB	Bestimmung mit handelsüblichen Standardküvettentests der Fa. Dr. Lange / Fa. Merck.	Multiplikation des CSB des Mediums mit dem ermittelten Volumenstrom	≤ 50 %	
Abwärme*	über Dach: • Messung der Temperatur und des Volumenstromes der emittierenden Luft • **W: Bestimmung** des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft • **NHKW/CKW: Bestimmung** des Gehaltes an Lösemittel über Lüfter und Ventilatoren: – aus dem Energie-Input für das Kühlaggregat oder – aus dem Volumenstrom der Abluft in einem vom Lüfter ausgehenden Volumenelement und der Durchschnittstemperatur dieses Volumenelementes	Für die über Dach emittierte Abluft wird mit den Stoffdaten für Luft, Wasser (und Lösemittel) berechnet: • die latente Wärme durch Multiplikation des Massestromes mit der Verdampfungsenthalpie • die fühlbare Wärme durch Multiplikation des Massestromes mit der gemessenen Temperaturdifferenz und der Wärmekapazität. Als Referenztemperatur werden generell 20 °C angenommen.	20 %	Im Zeitraum der Datenerhebung werden zwei unabhängige Messungen durchgeführt. Gerichtet auftretende Abwärme sollte die (einem) Modul(en) zugeordnet werden. Diffus auftretende Abwärme und nicht Modulen zuzuordnende gerichtete Abwärme wird dem Modul zugeordnet, das die Hauptaufgabe der Anlage erfüllt.
	Abwärme in das Abwasser: Bestimmung des Massestromes und der Temperaturdifferenz	Multiplikation des Massestromes mit der gemessenen Temperaturdifferenz und der Wärmekapazität	20 %	
	Abwärme durch das Nutzgut und die Körbe: Bestimmung des Massestromes, der Wärmekapazität der Werkstoffe und der Temperaturdifferenz (Temperatur des Nutzgutes: Messung oder Temperatur der Trocknung; Bezugstemperatur: 20 °C)	Multiplikation des Massestromes mit der Wärmekapazität der Werkstoffe und der Temperaturdifferenz	20 %	
	Diffus abgegebene Abwärme (Abwärme in den Raum): Bestimmung aus der Differenz von Gesamtenergie-Input und der Summe aller bestimmten gerichtet auftretenden Abwärmeströme			

* *das beschriebene Verfahren wurde nur exemplarisch angewendet, die Abwärme wurde i.d.R. rechnerisch über den Energieinput bestimmt*

Tab. A-3:Übersicht über Analysen zur Beschreibung der I/O-Flüsse und der Aufbereitung der Meßdaten zur Übertragung in die modulare Struktur

A.1.2.3.2 Bestimmung der Nutzeneinheit

Als **Nutzeneinheit** dient eine **Vergleichscharge mit einem Volumen von 32 l**. Es wird die praktische Chargenzahl und das zugehörige Chargenvolumen für eine typische Arbeitsperiode bestimmt. Die Zahl der Vergleichschargen wird durch Multiplikation der praktischen Chargenzahl mit dem Quotienten aus dem tatsächlichen Chargenvolumen und dem Volumen der Vergleichscharge erhalten.

Um den Bezug der I/O-Größen der Ökobilanz auf die Nutzeneinheit Vergleichscharge 32 l herzustellen, werden alle I/O-Größen durch die entsprechende Zahl der Vergleichschargen dividiert.

A.1.2.3.3 Analysen zur Beschreibung der lokalen ökologischen Größen

Die Ergebnisse dieser Erhebungen wurden in den Rohdatenblättern dokumentiert.

Treten funktionsbedingte Spitzenwerte für die Größen Lärm, Geruch, Abwärme und Emissionen auf, so sind diese zu erfassen und dem entsprechenden Prozeßschritt zuzuordnen.

A.1.2.3.3.1 Abwärme in die Arbeitsumgebung

Die gerichtet auftretende Abwärme wird nach

Tab. A-3 bestimmt. Die Abwärme in den Raum wird aus der Differenz von Gesamtenergie-Input und der Summe aller erfaßten gerichtet auftretenden Abwärmeströme (Dach/Lüfter, Abwasser, Nutzgut/Körbe) berechnet.

Die Angabe der Abwärme im Rohdatenblatt dient lediglich dem Aufzeigen von Optimierungspotentialen.

Als Kategorie der lokalen Wirkungsabschätzung könnte eine Abwärmeangabe den Vergleich der Anlagen ermöglichen. Von einer solchen Angabe wird im Rahmen dieses Projektes abgesehen, da die örtlichen Gegebenheiten sehr stark das Auftreten und die Verteilung der Abwärme beeinflussen (Größe, Durchlüftung und Durchschnittstemperatur der Werkhalle, etc.).

Zur Beurteilung der gefühlten Temperatur wird die von der Reinigungsanlage ausgehende Wärmestrahlung nach einer Skala

angenehm // nicht spürbar // eher unangenehm // sehr unangenehm

beurteilt.

A.1.2.3.3.2 Geruchsbelastung am Arbeitsplatz

Durch das Bilanzierungsteam wird angegeben, ob ein charakteristischer Geruch wahrnehmbar ist. Falls ja, wird der Geruch qualitativ beschrieben und nach einer Skala

kein merkbarer // leichter // unangenehmer // sehr unangenehmer Geruch

eingeordnet.

A.1.2.3.3.3 Lärmbelastung am Arbeitsplatz

Die Schallpegelmessung erfolgt am Arbeitsplatz des Anlagenfahrers für das Hörspektrum in dB(A). Dazu wird ein nach DIN EN 60 641 und DIN EN 60 645 geeignetes Schallpegelmeßgerät (z.B. Brüel & Kjaer Typ 2236) verwendet. Die Messung des arbeitsplatzbezogenen Emissionswertes L_{pAeq} erfolgt nach DIN 45635 über die Dauer eines Reinigungszyklusses. Dies ist ein energieäquivalenter Dauerschallpegel, der in dB(A) angegeben wird.

Die Schallmessung bezieht sich auf den Zeitraum eines Reinigungszyklusses. Der ermittelte Dauerschallpegel ist unabhängig von der Höhe des Chargen- (und Massen-) Durchsatzes. Der relative Fehler der Einzelmessung beträgt $\pm$ 5 %.

A.1.2.3.3.4 Arbeitsplatzkonzentrationen

Für ***wäßrige Anlagen*** wurde der Umfang der verfahrensbedingten Emissionen von niedrigsiedenden bzw. wasserdampfflüchtigen Reiniger- und Kühlschmierstoffbestandteilen an einem repräsentativen Beispiel geprüft. Die Ergebnisse zeigt Anhang B.9.2 . Dabei wurden Stoffe untersucht, die u.U. toxisch sind (z.B. Benzotriazol, Amine) und sich im Gasraum über den offenen Bädern befinden bzw. als Aerosol vorliegen können.

Bei ***Lösemittel-Anlagen*** ist die Bestimmung der Reinigeremissionen aufgrund der höheren Dampfdrücke der Reiniger notwendig. Sie erfolgt im Entnahmebereich der Anlage zur Ermittlung der Belastung am Arbeitsplatz durch toxische Stoffe. Die Bestimmung erfolgt gemäß den Ausführungen in

Tab. A-3.

A.1.2.3.3.5 Flächeninanspruchnahme

Es werden der Flächen- und der Volumenbedarf der Reinigungsanlage und der Flächenbedarf der Peripherieanlagen, die überwiegend für das zu betrachtende Verfahren betrieben werden, ermittelt.

Diese Größen werden nicht als *lokale ökologische Größen* ausgewiesen sondern im Rahmen der ökonomischen Auswertungen erfaßt.

A.1.2.4 Datenerfassung in den peripheren Teilbilanzräumen

A.1.2.4.1 Energiebereitstellung

Die Datenerfassung für die Energiebereitstellung lag im Verantwortungsbereich des Fraunhofer IVV. Die Energiebereitstellung stellt aus der Sicht der Prozeßkettenmodellierung einen Querschnittsbereich dar. Demzufolge waren für jeden der drei Teilbilanzräume Daten zu erarbeiten, und es ergaben sich folgende drei Bereiche:

- die Bereitstellung von Energie zum Betrieb der Reinigungsanlage,
- die Bereitstellung von Energie für die Herstellung von Reinigungsmitteln und
- die Bereitstellung von Energie für die Prozesse der Entsorgung und Verwertung

Zur umfassenden Abbildung aller Umweltlasten, die mit Transportvorgängen verbunden sind, wurden zusätzlich auch Daten zur Gewinnung, Aufbereitung und Bereitstellung der Energieträger für die eingesetzten Transportmittel erhoben. Diese Daten werden im Zusammenhang mit den Daten zu Transporten in Kapitel A.1.2.4.4 dargestellt.

Energie zum Betrieb der Reinigungsanlage

Bereits 1995 wurde in einer sehr frühen Phase der Projektbearbeitung vom Fraunhofer IVV eine energetische Signifikanzanalyse erstellt, um generelle Anforderungen an die Datenerhebung und die erforderliche Betrachtungstiefe für verschiedene Bereiche im Bilanzraum zu ermitteln. Für den Bereich Energiebereitstellung ergab sich dabei die Schußfolgerung, daß insbesondere die Energiebereitstellung für den Anlagenbetrieb aufgrund der großen Relevanz sehr detailliert zu erfassen ist (vgl. hierzu auch Kap. B.1.6 „Einfluß der Investitionsgüter").

Zum Betreiben der Reinigungsanlagen wird elektrische Energie von öffentlichen Energieversorgern eingesetzt (Quelle: Datenerhebung durch Bearbeiter des ITC bei den Anlagenbetreibern). Es existieren jedoch auch Anlagen, die noch zusätzlich thermische Energie aus einer betrieblichen Energieumwandlungsanlage benötigen. Die Reinigungsanlage vom Typ K2 berücksichtigt diesen Umstand. Für alle Anlagen wird ein Standort in der BRD angenommen. Diese Annahme schließt zugleich die Pflicht der Betreiber von Reinigungsanlagen zur Einhaltung der im Bundesimmisionsschutzgesetz enthaltenen gesetzlichen Grenzwerte für Umweltlasten mit ein. Für die Endenergien

- Netzstrom aus dem öffentlichen Netz und
- Prozeßwärme aus betrieblichen Umwandlungsanlagen

waren die jeweiligen Umwandlungsprozesse und alle damit verbundenen umweltbeeinflussenden Faktoren quantitativ zu bestimmen. Das betraf im einzelnen:

- Die Gewinnung und Aufbereitung der benötigten Energieträger.

- Der Transport der aufbereiteten Energieträger zur Umwandlungsanlage.
- Die Umwandlung der Energieträger in Netzstrom und Prozeßwärme in für die BRD relevanten Umwandlungsanlagen nach Anteil, Art und Größe.

Die erforderlichen Primärdaten für den BRD-Netzstrom stammen aus den Datenquellen [8]-[11] und die für betriebliche Umwandlungsanlagen zur Prozeßwärmeerzeugung aus Befragungen von Betreibern und den Datenquellen [8]-[12].

Energie für die Herstellung von Reinigungsmitteln

Zur Herstellung von Reinigungsmitteln wird elektrische und thermische Energie benötigt. Die Daten der zugehörigen Energiebereitstellungsprozesse wurden durch die Bearbeiter des ITC in Jena zusammen mit den Daten zur Herstellung der Reinigerkomponenten erhoben. Im Kapitel A.1.2.4.2. werden die Festlegungen für diese Datenbereiche im Zusammenhang mit der Herstellung der Reinigungsmittel dargestellt.

Die Produktion von Trichlorethylen erfordert u.a. Sauerstoff. Zur Ergänzung der Arbeiten der Bearbeiter des ITC der FSU Jena wurde dazu ein Datenmodul "Sauerstoff-Bereitstellung aus Luftzerlegung" nach Quelle [10] erarbeitet. Bei der dazu benötigten Elektroenergie handelt es sich um BRD-Netzstrom.

Energie für die Prozesse der Entsorgung

Die Datenerhebung des Fraunhofer IVV zu den erforderlichen Entsorgungsprozessen für die Behandlung der Reinigungsmittel-Abfälle ergab, daß am Standort BRD Elektroenergie aus dem öffentlichen Netz der BRD und betriebliche Prozeßwärme eingesetzt wird. Es gilt die Annahme, daß die Prozeßwärme aus dem BRD-Erdgas-Mix über einen Erdgas-Kessel gewonnen wird.

A.1.2.4.2 Herstellung der Reinigungsmittel, Hilfs- und Betriebsstoffe

Für die Sachbilanz der Reinigungsmittel und der Hilfs- und Betriebsstoffe gelten die in den Kapiteln A.1.1.4 (Systemgrenzen) und A.1.1.5 (Bilanzierte Größen) festgelegten Grundsätze. Abweichungen davon ergeben sich, wenn mit Literaturdaten auf Studien zurückgegriffen wird, die unter anderen Konventionen erstellt wurden. In diesen Fällen wurde nach Möglichkeit eine Anpassung der Daten an die im Projekt geltende Methodik vorgenommen. Dies ist jedoch aufgrund einer zu starken Aggregierung der Ergebnisse bzw. aufgrund fehlender Informationen nicht immer in vollem Umfang möglich. Aspekte der Datenqualität werden in Kapitel B.1.3 genauer erläutert.

Im folgenden werden zusätzliche Festlegungen zur Sachbilanz erläutert.

Es wurden die Herstellungsprozesse aller Produkte bilanziert, die dem Reinigungsprozeß zugeführt werden. Insbesondere wird - trotz des geringen Masseanteils der Reiniger im Vergleich zur Masse an Wasser in den Reinigungsbädern - auch die Herstellung der wäßrigen Reiniger (Konzentrate) betrachtet. Es gilt das energetische Abschneidekriterium, das in Kapitel A.1.1.5 definiert ist.

Die Herstellung der Verpackungen wurde in dieser Untersuchung nicht in die Bilanzierung einbezogen, da diese im Vergleich zur Herstellung der Inhaltsstoffe als nicht relevant eingestuft wurden, bzw. zum großen Teil zurückgenommen und wiederverwendet werden.

Ausgehend von den Sicherheitsdatenblättern der Reinigungsmittel und weiteren Angaben der Hersteller/Vertreiber der eingesetzten Reiniger, wurden die in ihnen enthaltenen Einzelstoffe und deren Anteile ermittelt. War es z.B. aus Vertraulichkeitsgründen nicht möglich, die Zusammensetzung auf diesem Wege zu ermitteln, wurde durch Experten der Reinigungsmittelherstellung aus den verfügbaren Informationen und den aus dem Reinigungsproblem resultierenden Anforderungen ein für den entsprechenden Anwendungsfall repräsentatives Produkt entwickelt.

Für die Bilanzierung von Vorprodukten kann zum großen Teil auf Datensätze in der Literatur zurückgegriffen werden. Liegen keine entsprechenden Untersuchungen vor, werden die Daten bei den Herstellern erhoben.

Soweit die Datenbasis der Literatur es zuläßt, wird bei der Datenerfassung der nach Marktanteilen gewichtete Mix der Herstellungsverfahren eines Produktes erfaßt.

Für die Energiebereitstellung in den Vorketten gelten folgende Rahmenbedingungen:

Elektrische Energie:

Es wird der Strommix des Landes herangezogen, in dem der entsprechende Prozeß stattfindet. Ist für ein Produkt die spezielle Form der Bereitstellung elektrischer Energie bekannt, so werden die zugehörigen Daten verwendet. Wenn kein spezifisches Herstellerland bekannt ist, oder wenn keine spezifischen Informationen bezüglich der Bereitstellung elektrischer Energie in einem Land zur Verfügung stehen, so wird der Strommix des westeuropäischen Stromverbundes "Union pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Electricité" (UCPTE) herangezogen. Die Daten hierzu sind IFU UND IFEU [13] entnommen.

Thermische Energie:

Ist das typische Verfahren zur Erzeugung thermischer Energie für ein bestimmtes Produkt bekannt, wird das entsprechende Verfahren herangezogen.

In den Fällen, in denen das spezifische Verfahren bzw. der entsprechende Energieträger zur Erzeugung thermischer Energie nicht bekannt ist, wird in Anlehnung an eine Schweizer Studie [14] ein Energieträgermix angenommen (Tab. A-4).

Energieträger	**Anteil**
Erdgas	46,5 %
Kohle	31,1 %
Heizöl, S	18,3 %
Heizöl, EL	4,1 %

Tab. A-4: Anteile der Energieträger an der Erzeugung thermischer Energie bei der Herstellung der Reinigungsmittel und der Hilfs- und Betriebsstoffe nach BUWAL [14]

Für die Umrechnung von Primärenergieträger in Energie werden die *unteren* Heizwerte verwendet (Tab. A-5).

Die verwendeten Prozeßdaten zur Erzeugung thermischer Energie stammen aus IFU UND IFEU [13].

Material	**Hu [MJ/kg]**	**Dichte [kg/m³]**
Erdgas-Mix	38,8	0,78
Steinkohle, Mix	29,4	
Heizöl S	40,7	
Heizöl EL	42,8	

Tab. A-5: Untere Heizwerte der zur Erzeugung thermischer Energie eingesetzten und hier betrachteten Energieträger [15]

A.1.2.4.3 Entsorgung

Je nach Reinigungsart und Anlagenkonzept fallen bei den industriellen Reinigungsanlagen unterschiedliche Stoffe oder Stoffgemische an, die einer Entsorgung zugeführt werden. Betrachtet werden in der Bilanz alle festen und flüssigen Abfälle, die durch das Reinigungsverfahren bedingt sind, nicht jedoch der auf den zu reinigenden Teilen eingetragene und der ausgetragene Schmutz, es sei denn, dieser abgereinigte Schmutz wird als Stoffgemisch mit dem gebrauchten Reinigungsmittel entsorgt (vgl. Kap. A.1.1.4.3.3 Systemgrenzen Entsorgung).

Im Rahmen der Datenerhebung des Fraunhofer IVV war neben der Erfassung des sogenannten Entsorgungssplits (die Entsorgungspfade und -mengenströme) auch die Erschließung von Daten für die Entsorgungsprozesse (Input-Outputmengen, technische Prozeßdaten wie z.B. Wirkungsgrade) und Angaben zum Transport der Abfälle wichtige Arbeitspunkte.

Als Mittel der Datenerschließung wurde vom Fraunhofer IVV neben Datenerhebungen bei Betreibern von Entsorgungsverfahren auch Literaturrecherchen und über Fraunhofer IVV-Modelle durchgeführte Prozeßsimulationen eingesetzt.

A.1.2.4.3.1 Der Entsorgungssplit

Abfallarten und -mengen aus den Reinigungsanlagen

Die entstehenden Abfallmengen wurden im Rahmen der Datenerhebung bei den Betreibern der untersuchten Reinigungsanlagen erfaßt. Zur exakten Klassifikation dieser Stoffströme sind zusätzlich die zugehörigen Abfallschlüssel gemäß dem LAGA-Katalog [16] und die jeweils spezifische Zusammensetzung aus den Einzelkomponenten

- Reinigerinhaltsstoffe,
- Zusatzstoffe,
- flüssigen Verunreinigungen und
- Wasser

bestimmt worden. Die Anlagenbetreiber wurden zusätzlich um Angaben zum Abtransport und zum Verbleib der Abfälle gebeten.

Entsorgungs- und Verwertungswege der Abfälle

Als eine der Randbedingungen für die Bilanzierung gilt, daß lediglich solche Abfallsysteme in Betracht gezogen werden, die den aktuellen deutschen Bestimmungen, d.h. insbesondere dem Bundesimmissionsschutzgesetz und der TA Abfall, genügen.

Um die tatsächlich in Deutschland aktuell existierenden Abfallströme und die Verwertungsstrukturen für die Abfälle aus den CKW-, NHKW- und wäßrigen Reinigungsanlagen zu ermitteln, wurde am Fraunhofer IVV im ersten Halbjahr 1997 eine Literaturrecherche durchgeführt. Dazu wurden folgende Quellen herangezogen:

- Der Anteil der Abfälle, die in die Wiederaufbereitung gehen ist in LEISEWITZ [17] quantifiziert. LEISEWITZ nennt auch den Anteil der Regenerate, die wieder dem gleichen Zweck zugeführt werden bzw. für mindere Zwecke eingesetzt werden.
- Die Drucksache 12/2860 "Chlorkohlenwasserstoff (CKW)" des Deutschen Bundestages [18] liefert Informationen zur Menge der im Jahre 1992 gewonnenen CKW-Redistillate.
- Der "Sachstandsbericht zur Umsetzung der Verordnung über die Entsorgung gebrauchter halogenierter Lösemittel" [19] des Umweltbundesamtes gibt Aufschluß über die Mengenströme, die Qualitäten und die Einsatzbereiche von CKW-Regeneraten.

In Auswertung der Angaben der befragten Reinigungsanlagenbetreiber und der oben genannten Literatur ergab sich folgendes Bild:

CKW-Reinigung

Vor allem aus Umweltschutzgründen hat das interne und externe Aufbereiten von CKW in Reinigungsprozessen eine große Bedeutung gewonnen. Ähnlich wie im NHKW-Reinigungsverfahren wird intern das Perchlorethylen von Verunreinigungen befreit und erneut dem Prozeß zugeführt. Das komplette Bad wird ein- oder mehrmals jährlich an einen externen Aufbereiter geleitet, der das Perchlorethylen aufbereitet und als Sekundärrohstoff wieder einer Reinigungsanlage zuführt.

Zur Beschreibung der Prozesse

- Aufbereitung von PER,
- Aufbereitung von TRI und
- Vorbehandlung der Abfälle zur Abspaltung von Wasser

wurden Datenerhebungen bei einer Reihe von Verwertern angestrengt (vgl. Kap. A.1.2.4.3.2 Entsorgungs- und Verwertungsprozesse).

Einige Entsorger in Deutschland exportieren noch ihr Recyclat in das Ausland (bevorzugt nach Frankreich). Dort wird es ebenfalls in Reinigungsanlagen eingesetzt. Dort auftretende Emissionen werden in diesem Projekt nicht berücksichtigt.

Da jedoch eine der Randbedingungen zur Auswahl der Reinigungsanlagen, die in diesem Projekt untersucht werden, besagt, daß die Anlagen der TA Luft genügen müssen, wird dieser Entsorgungsweg nicht weiter betrachtet.

NHKW-Reinigung

Das Reinigungsmittel auf Kohlenwasserstoff-Basis wird zum allergrößten Teil in der anlageninternen Destillation aus dem Sumpf extrahiert und einer erneuten Verwendung in der Reinigung zugeführt. Der verbleibende Destillensumpf wird an externe Verwerter abgegeben, die ihn häufig einer energetischen Verwertung - meist als Brennstoffersatz in einem Zementwerk oder einer Energieerzeugungsanlage - zuführen. Es sind auch Fälle bekannt, bei denen der Destillensumpf in die rohstoffliche Verwertung gegeben werden darf und gegeben wird.

Um eine analoge Modellierung für alle Reinigungsverfahren zu gewährleisten, wurde für alle Altöl-Abfälle in Abstimmung mit den beteiligten Industriepartnern die energetische Verwertung von Altöl im Zementofen als Verwertungsweg festgelegt. Die Entscheidung basiert auf der Altölverordnung [20], die nur in einem einzigen der betrachteten Fälle eine Altölaufbereitung zuläßt. Der Entsorgungswegweiser [21] zeigt Entsorgungsvorschriften für alle in den Beispielbilanzen betrachteten Öle, Öl-Wassergemische, Lösemittelgemische sowie Waschbenzin und Petrolether auf. In allen relevanten Fällen ist eine energetische Verwertung zulässig. Die Prozeßdaten zur Beschreibung der

- energetischen Verwertung des Destillensumpfes im Zementofen

wurden am Fraunhofer IVV durch eine Prozeßsimulation berechnet. Die Berechnungen setzten auf der am Fraunhofer IVV entwickelten parametrisierbaren Modellierung für den Zementofen auf (vgl. Abschnitt "Energetische Verwertung im Zementofen" im folgenden Kapitel A.1.2.4.3.2).

Wäßrige Reinigung

Anders als bei den CKW- und den NHKW-Reinigern findet bei den wäßrigen Reinigungslösungen keine Rückgewinnung von Reinigerinhaltsstoffen statt. Hauptabfallstrom ist die Öl-Wasser-Emulsion. Mittels der

- Emulsionsspaltung

wird die Ölphase von der Wasserphase getrennt. Die zugehörigen Daten wurden vom Fraunhofer IVV bei einem großen Verwerter erhoben (vgl. Abschnitt "Emulsionsspaltung" im folgenden Kapitel A.1.2.4.3.2). Das aus der Destille der Reinigungsanlage stammende Altöl, wird einer

- energetischen Verwertung von Altöl im Zementofen

zugeführt. Die Berechnung der Input-/Outputdaten für den Zementofen basieren auch hier auf dem parametrisierbaren Prozeßmodell des Fraunhofer IVV (vgl. Abschnitt "Energetische Verwertung im Zementofen" im folgenden Kapitel A.1.2.4.3.2).

Bei einigen der betrachteten W-Anlagen tritt zusätzlich ein Abwasserstrom auf, der in eine

- betriebliche Abwasserbehandlungsanlage

geleitet wird. Bei der Erhebung der Prozeßdaten bei den betroffenen Reinigungsanlagen wurde jedoch deutlich, daß hier Probleme im Bezug auf eine vollständige und

verursachungsgerechte Beschreibung bestehen (vgl. Abschnitt "Betriebliche Abwasserbehandlung" im folgenden Kapitel A.1.2.4.3.2).

A.1.2.4.3.2 Die Entsorgungs- und Verwertungsprozesse

Datenerhebung zu den Prozessen der Reinigungsmittel-Aufbereitung

Schon früh in der Bearbeitung des Teilbilanzraumes "Entsorgung und Verwertung" wurden vom Fraunhofer IVV entsprechende Verwerterbetriebe angeschrieben und um Mitarbeit und Datenlieferung gebeten. Gleichzeitig entstanden auf die spezifischen Prozesse zugeschnittene Fragebögen, die den Firmen, die sich zur Mitarbeit bereit erklärten, zugesandt wurden, um diese bei der Datenerhebung zielgenau zu unterstützen.

Insgesamt wurden mehr als fünfzehn Verwerter angeschrieben, von denen sich sechs bereit erklärten, bei dem Projekt mitzuwirken. Daraus entstand dann die Idee eines Arbeitskreises, um die zu leistenden Arbeiten zu koordinieren und gemeinsam zu beurteilen. Jedoch stellte sich beim Rücklauf auf die Einladung zur ersten Sitzung heraus, daß sich zu wenig Firmen aktiv beteiligen konnten.

Die weiteren Kontakte verliefen dann wieder bilateral. Trotz mehrmaliger Nachfrage lieferten nur zwei Firmen tatsächlich ausgefüllte Erhebungsbögen.

Datenlieferant	Prozeß
Buchen Umweltservice GmbH	CKW-Recycling
Mineralöl-Raffinerie Dollbergen GmbH	Emulsionsspaltung

CKW-Recycling

Bei der Aufbereitung von PER bzw. TRI findet je nach Wassergehalt des Inputstromes zunächst eine Vorbehandlung statt, mit dem Ziel, überschüssiges Wasser abzutrennen. Dieses Abwasser ist mit PER bzw. TRI und mit flüssigen Verunreinigungen (Öl) belastet und wird somit einer

- betrieblichen Abwasserbehandlung

zugeleitet. Aus der Datenerhebung zum CKW-Recycling ergaben sich jedoch keine ausreichenden Informationen, um diese spezifische Abwasserbehandlung unter Berücksichtigung verursachergerechter Allokation der Umwelteinwirkungen beschreiben zu können (vgl. hierzu auch Abschnitt "Betriebliche Abwasserbehandlungsanlage" in diesem Kapitel).

Neben dem Hauptoutputstrom "Recyclat" entstehen bei der Aufbereitung von PER bzw. TRI auch Aufbereitungsabfälle. Diese haben einerseits einen niedrigen Chlorgehalt, andererseits einen hohen Brennwert, so daß sie für die

- energetische Verwertung der Aufbereitungsabfälle im Zementofen

geeignet sind. Analog allen anderen Fällen wird auch hier die Datenbasis durch eine Simulationsrechnung mit dem Fraunhofer IVV-Modell des Zementofens geschaffen.

Das Abwasser aus der biologischen Abluftreinigung des Recyclingprozesses wird in einer

- kommunalen Kläranlage

behandelt. Zur Ermittlung der inputstromabhängigen Umweltlasten, die diesem Abwasserstrom zugerechnet werden können, wurde ein weiteres, am Fraunhofer IVV entwickeltes Prozeßsimulationsmodell - das Modell einer kommunalen Kläranlage - verwendet. Über dieses Modell und einer entsprechenden Parametrisierung wurden die Datensätze für die Bilanzberechnungen ermittelt. (siehe unten, Abschnitt "Kommunale Kläranlage").

Die Datengrundlage zur Quantifizierung der Umwelteinwirkungen für die Energiebereitstellung zum CKW-Recycling und für die Transporte der Abfälle sind jeweils in den Kapiteln A.1.2.4.1 Energiebereitstellung und A.1.2.4.4 Transporte dargestellt.

Emulsionsspaltung

Bei der wäßrigen Teilereinigung entstehen Öl-Wasser-Emulsionen, für die wegen des hohen Wasseranteils zunächst eine Emulsionsspaltung sinnvoll ist. Die abgetrennte Wasser-Phase geht nach Angaben des Datenlieferanten (Fa. Mineralöl-Raffinerie Dollbergen GmbH) in eine

- betriebliche Abwasserbehandlungsanlage des Verwerters.

Aufgrund unzureichender Datensicherheit fehlen auch hier die nötigen Angaben zur realitätsnahen Modellierung der betrieblichen Abwasserreinigung (siehe auch Abschnitt "Betriebliche Abwasserbehandlung" in diesem Kapitel).

Die Daten zur Quantifizierung des Energiebedarfs für den Spaltungsprozeß und die Parameter zur Beschreibung der Transportvorgänge lieferte die Datenerhebung beim Verwerter. Die Datenerfassung für die zugehörigen Energiebereitstellungs- und Transportprozesse sind in den Kapiteln A.1.2.4.1 und A.1.2.4.2 beschrieben.

Die Prozesse zur chemisch/physikalischen, biologischen Behandlung

Neben Abfällen, die der stofflichen Verwertung zugeführt werden, entstehen weitere große Mengen an Abwässern und Abfällen, die behandelt werden:

- Abwässer aus den wäßrigen Reinigungsanlagen und aus der CKW-Aufbereitung, die in Abwasserbehandlungsanlagen gereinigt werden und
- Kohlenwasserstoffhaltige Abfälle aus den NHKW-Reinigungsanlagen und aus dem PER-Recycling sowie Altöle aus der Destille wäßriger Anlagen, die aufgrund ihres hohen Brennwertes für eine energetische Verwertung geeignet sind.

Die energetische Verwertung von Abfällen und die Abwasserbehandlung in kommunalen Kläranlagen kann in der Ökobilanz von Reinigungs- / Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung nicht direkt mit Daten aus Erhebungen bei entsprechenden Anlagenbetreibern modelliert werden: Inputstrom in solche Anlagen ist ein Stoffgemisch von Materialien / Abwässern unterschiedlicher stofflicher Zusammensetzung und unterschiedlichen Ursprungs. Um eine verursachungs-

gerechte Zuordnung von Umweltlasten zu treffen, wurden für diese beiden Prozesse vom Fraunhofer IVV entwickelte Modelle eingesetzt, um mittels Prozeßmodellierung und in Abhängigkeit von der Elementarzusammensetzung des Inputstromes die anteiligen Emissions, Hilfs- und Betriebsstoffe zu bestimmen.

Kommunale Kläranlage

Bei der Modellierung der kommunalen Kläranlage hat das Fraunhofer IVV sich ebenfalls auf repräsentative Daten gestützt. Bei der Typisierung wird Zahlenmaterial aus dem ATV-Leistungsvergleich kommunaler Kläranlagen 1993 [22] zugrundegelegt. Der Anlagenmix berechnet sich aus den Bevölkerungsanteilen, die jeweils an

- Anlagen, die nur mechanisch reinigen
- Anlagen, die mechanisch-biologisch reinigen
- Anlagen mit zusätzlicher Phosphat-Eliminierung und
- Anlagen mit zusätzlicher Stickstoff-Eliminierung

angeschlossen sind.

Die Daten für das Modell kommunale Kläranlage wurden durch Auswertung folgender Literaturquellen erschlossen:

- das Anlagenkonzept: ATV-Fachausschuß: [23], [24], [22] und [25]
- die Retentionsgrade von Metallen: Klopp [26],
- die Reinigungsleistung der mechanischen Reinigungsstufe: GTZ [27] und ATV [22]
- die Reinigungsleistung der biologischen Reinigungsstufe: Hegemann [28], ATV [23], GTZ [27], Peter [29]
- die Schlammproduktion der biologischen Reinigungsstufe: ATV [22] und Möller [30], Emde [31], Wolf [32]
- die Reinigungsleistung der Phosphat-Elimination: ATV [23], Hegemann [28], Böhnke [33]
- der Fällmitteleinsatz und die Schlammproduktion der Phosphat-Elimination: Emde [31]
- die Reinigungsleistung der Nitrifikation und der Dentrifikation: ATV [23], Böhnke [33, Peter [29], GTZ [27]
- die Schlammproduktion der N-Eliminierung: ATV [22]. Möller [30]
- die Schlammbehandlung: Möller [30], GTZ [27], Meyer [34]
- der Energiebedarf der Reinigungsstufen und die Energiegewinnung aus Faulgas: Meyer [34] und GTZ [27].

Der Transport der Abwässer in Pipelines bzw. Abwasserkanälen wird in der Bilanz nicht berücksichtigt.

Für die Parametrisierung dieses Modells wurde für jeden zu betrachtenden Abwasserstrom

- die Elementarzusammensetzung inkl. Schwermetallen

erhoben und damit ein stoffstromspezifischer Datensatz generiert.

Betriebliche Abwasserbehandlung

Da sich betriebsinterne Abwasserbehandlungsanlagen je nach Anwendungsfall und Anlagenmix im Aufbau und in den Stoffströmen stark unterscheiden, kann für diese Anlagen kein generelles Modell angewendet werden. Vielmehr sollten Daten bei den Betreibern der bilanzierten Reinigungsanlagen und bei den Entsorgungsunternehmen erhoben werden. Der Rücklauf aus den Datenerhebungen des Institutes für Technische Chemie der FSU Jena bei den betroffenen Reinigungsanlagen (W2, W4, W6) und der Datenerhebungen des Fraunhofer IVV beim Betreiber der CKW-Recyclinganlage (Firma BUCHEN Umweltservice GmbH) und beim Datenlieferanten zum Emulsionsspaltungsprozeß (Fa. Mineralöl-Raffinerie Dollbergen GmbH) war jedoch nicht ausreichend, um die betriebliche Abwasserbehandlung der jeweiligen Anlagen beschreiben zu können (siehe auch Kap. B.1.4).

Energetische Verwertung im Zementofen

Im Zusammenhang mit anderen Projektarbeiten am Fraunhofer IVV wurden zur Modellierung des Zementklinkerbrennprozesses Daten für ein repräsentatives Beispiel vom Verband der deutschen Zementindustrie (VDZ) erhoben und in ein Prozeßmodell umgesetzt. Dieses Modell enthält alle Prozeßstufen von der Rohmaterialmühle bis zum fertigen Zementklinker. Auch der Energiebedarf (Netzstrom) der Anlage und Daten zu den Transporten der Rohmaterialien und der Brennstoffe zum Zementwerk wurden erschlossen.

Eine ausführliche Beschreibung des Modells ist in einer Studie des Fraunhofer IVV für die Association of Plastics Manufacturers in Europe (APME) enthalten: [35]. Ein Auszug aus diesem nicht-öffentlichen Papier mit den relevanten Informationen ist dem vorliegenden Projektbericht beigefügt (vgl. Anlage).

Zur Parametrisierung dieses Modells waren für alle in Frage kommenden Ersatzbrennstoffe (Abfälle aus NHKW-Reinigungsanlagen, Abfälle aus der PER-Aufbereitung und Altöle aus der Destille bei W-Anlagen) folgende Spezifikationen zu erfassen:

- die Elementarzusammensetzung der Stoffe inkl. Schwermetallen und
- der Heizwert der Ersatzbrennstoffe.

Letzt genannter Parameter konnte bei Fehlen entsprechender Daten auch ersatzweise aus der Elementarzusammensetzung abgeleitet werden.

A.1.2.4.4 Transporte

A.1.2.4.4.1 Transportmodellierung

Ziel ist:

- die Transporte der Reinigungsmittel vom Herstellungs- bis zum Einsatzort (Reinigungsanlage),
- die Transporte der Rohstoffe und Reinigerkomponenten in allen Stufen der Herstellung bis zur Konfektionierung des Reinigungsmittels,
- die Transporte der Reinigungsmittel vom Herstellungsort bis zur Reinigungsanlage und
- die Transporte von Reiniger-Abfällen zu den Verwertern / Entsorgern bis zur Bereitstellung eines Sekundärrohstoffes

zu bestimmen.

Da der Vergleich alternativer Reinigungstechnologien das Projektziel war, mußte bei der Datenerhebung und Beschreibung der bilanzierten Anlagen berücksichtigt werden, daß Effekte individueller und standortbezogener Rahmenbedingungen möglichst gering gehalten werden. Diese Forderung hat auch bei der Beschreibung von Transportparametern Gewicht. Anstelle jeweils spezieller Bedingungen für den An- und Abtransport von Reinigungsmitteln und Reinigungsmittelabfällen bei den einzelnen Reinigungsanlagen wurde im vorliegenden Projekt eine beispielhafte Transportstruktur für die BRD abgebildet. Die energetische Signifikanzanalyse zur Quantifizierung der Anteile einzelner Teilbilanzräume am Gesamtsystem (vgl. Kapitel A.1.1.1.4.3.5 "Herstellung der Investitionsgüter" und Kapitel B.1.6. "Einfluß der Investitionsgüter"), die in der ersten Projektbearbeitungsphase (Screeningphase) durchgeführt worden war, zeigte einen relativ geringen Einfluß der Transporte von Reinigungsmitteln. Daraus ergab sich, daß für die vorliegende generelle Fragestellung des Vergleiches für den Transport-Bereich die Stoff- und Energieflüsse nicht mit derselben Abbildungstiefe erfaßt werden müssen wie für die anderen zu bilanzierenden Bereiche.

Für die konkrete Beschreibung der Transporte ist es zweckmäßig, Standardmodule zu verwenden, die den Betrieb der jeweiligen Transportmittel beschreiben und über eine Parametrisierung an die Gegebenheiten des zu modellierenden Transportvorgangs angepaßt werden können. Dazu ist es jedoch nötig, Transporte nicht als festgefügte Glieder in einer Prozeßabfolge abzubilden, sondern vielmehr Datensätze aufzubauen, die den Transport als Dienstleistung beschreiben. Die nachfolgende Abbildung Abb. A-19 zeigt das Modellierungsschema.

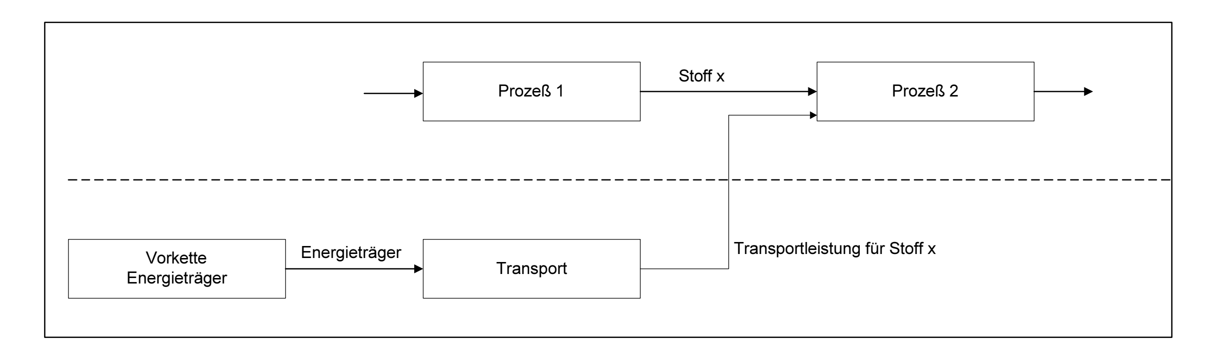


Abb. A-19: Vorgehensweise zur Zuordnung von Transportleistungen zu Prozessen [36]

Im nachfolgenden Abschnitt "Standardmodule für die Transportmittel" wird zunächst dargestellt, für welche Transportmittel Datenbedarf besteht. Die verwendeten Literaturquellen und die wichtigsten Aspekte, die bei der Auswertung dieser Daten und der Bildung von Standard-Transportmodulen zu berücksichtigen waren, werden genannt.

Abschnitt "Parametrisierung der Standardmodule" zeigt auf, welche Steuerparameter zur Modellierung spezifischer Transportvorgänge zu erheben sind und nennt die zugehörigen Datenquellen.

A.1.2.4.4.2 Standardmodule für die Transportmittel, deren Verbrauch und Umweltrelevanz

Nach der definierten verallgemeinerten Distributionsstruktur (vgl. A.1.2.4.4.1 und B.1.5.1) werden die Reinigungsmittel generell vom Hersteller zum Verbraucher mit schweren Nutzfahrzeugen unterschiedlicher Gesamtlasten transportiert. Dasselbe gilt für den Transport verbrauchter Reinigungsmittel vom Verbraucher zum Entsorger (vgl. B.1.1.1.5.1).

Im Bilanzraum "Herstellung der Reinigungsmittel" werden Transporte nicht explizit ausgewiesen. Die Umweltlasten aus Transporten konnten nicht separat dargestellt werden. Deshalb wurden von den Bearbeitern des ITC der FSU Jena alle transportgebundenen Lasten aus diesem Bereich aggregiert und in die jeweiligen Datensätze zur Reinigungsmittel-Herstellung integriert (vgl. A.1.1.4.3.2 und A.1.2.4.2).

Für die Bildung von Standardmodulen (vgl. Abschnitt "Transportmodellierung) wurden zwei Klassen von Transportmitteln ausgewählt:

- Solo-LKW 20 bis 28 t Gesamtmasse
- LKW-Zug 32 bis 40 t Gesamtmasse.

Unter Verwendung der Datenquellen [37] und [38] wurden der spezifische Kraftstoffverbrauch und die spezifischen Emissionen dieser Transportmittel für Last- und Leerfahrten bestimmt unter Berücksichtigung der statistisch gesicherten Häufigkeit von konkret in [38] definierten Verkehrssituationen auf Fahrbahnen der BRD.

A.1.2.4.4.3 Parametrisierung der Standardmodule

Die Distribution der Reinigungsmittel vom Hersteller zum Verbraucher und der Transport von Abfällen aus Reinigungsanlagen zu Entsorgungsbetrieben wird durch ein am Fraunhofer IVV entwickeltes verallgemeinerungsfähiges Modell beschrieben (vgl. Abschnitt A.1.2.4.4.1). Dazu wurden für die typischen Einsatzbedingungen in der BRD zu folgenden Punkten Daten erhoben:

- Eingesetzte Transportmittel für den Antransport von Reinigungsmitteln zum Verbraucher.
- Eingesetzte Transportmittel für den Abtransport verbrauchter Reinigungsmittel vom Verbraucher zum Entsorger.
- Transportmittelauslastung beim An- und Abtransport.
- Mittlere Transportdistanz beim An- und Abtransport.
- Das Verkehrsmodell (Direktverkehr/mehrstufige Distribution, Spedition / Werkverkehr).

A.1.2.4.5 Herstellung Investitionsgüter

Der Einfluß der Herstellung der Investitionsgüter - speziell der Reinigungsanlagen - hat das Fraunhofer IVV, wie bereits in Kap. A.1.1.4.3.5 beschrieben, durch eine energetische Signifikanzanalyse ermittelt.

Bereits in der ersten Phase der Projektbearbeitung 1995 wurde ausgehend von den durch die Bearbeiter des ITC der FSU Jena erhobenen Input-/Outputdaten zum ersten Tripel W1, K1 und C1 eine Signifikanzanalyse zur Überprüfung und endgültigen Festlegung der Abschneidekriterien erstellt.

Nach Abschluß der Datenerhebungen 1998 wurden die Festlegungen aus der ersten Signifikanzanalyse von 1995 von den Bearbeitern des Institutes für Technische Chemie auf Basis der aktualisierten Daten und der erweiterten Stichprobenmenge (Tripel 1; RAK 2, 3, 4 und 6) nochmals verifiziert.

Der Primärenergiebedarf für die Anlagenherstellung

1995 wurde zur Ermittlung des Primärenergiebedarfs für die Herstellung der Reinigungsanlagen eine „Durchschnittsanlage“ anhand des bei der Fa. Roll gefertigten Anlagenspektrums wie folgt definiert:

- Korbgröße der Anlage: 480*320*200 mm (Schäfer II),
- Abmessungen der Anlage: gemittelte Werte für „CKW-Anlage“ und “Wäßrige Anlage“.

Für die Berücksichtigung des Energiebedarfes für die Anlagenherstellung wurde eine Nutzungsdauer der Reinigungsanlagen von 10 Jahren bei einer jährlichen Betriebsdauer von 3200 h zugrunde gelegt.

Die Auslastung der "Durchschnittsanlage" entspricht nicht den realen Auslastungen der zugrunde gelegte drei Anlagenbeispiele, da eine geringe Anlagenauslastung nicht einem Verfahren angelastet werden darf, sondern firmenspezifisch ist.

Die „Durchschnittsanlage“ entspricht in ihren Abmessungen nicht den drei realen Anlagenbeispielen W1, K1 und C1. Für die Abschätzung der Primärenergieverbräuche ist angenommen worden, daß die CKW-Anlage um 100 % größer als die Durchschnittsanlage ist (das heißt, daß auch 100 % mehr Primärenergie für die Herstellung der Anlage notwendig ist). Für die „wäßrige“ und die „NHKW“-Anlage wurde angenommen, daß sie um 25 % kleiner sind als die „Durchschnittsanlage“.

Gemäß der vereinfachten Prozeßstrukturierung für die Anlagenherstellung (vgl. Kap. A.1.1.4.3.5 Herstellung der Investitionsgüter) wurden für die drei Anlagen W1, C1 und K1 die Primärenergiewerte für die Herstellung der verwendeten Materialien, die Herstellung von weiteren Zukaufteilen und die Fertigung der Reinigungsanlage erfaßt.

Primärenergie für die Herstellung der verwendeten Materialien

In Abstimmung mit den projektbegleitenden Unternehmen wurde der mittlere Stahleinsatz pro Anlage festgelegt. Bei der Ermittlung des Primärenergiebedarfs pro kg verarbeitetem Stahl wurde mit der Annahme gearbeitet, daß bei der Stahlherstellung überwiegend Baustahl verwendet wird und der Schrotteinsatz 50 % beträgt.

Nicht berücksichtigt wurde der Energiebedarf für die Herstellung von verwendeten Glas- und Kunststoffteilen, da laut Anlagenhersteller nur geringe Mengen eingesetzt werden.

Primärenergie für Zukaufteile

Für jede Anlage war der Bedarf an Zukaufteilen wie z.B. Getriebemotoren, Pumpen etc. zu ermitteln. Die Abschätzung des Primärenergiebedarfs für die berücksichtigten Zukaufteile wurden über ein in der Fraunhofer Gesellschaft [39] entwickeltes Modell zur Input-/Outputanalyse erstellt.

Die Anlagensteuerung konnte aus Datenmangel nicht berücksichtigt werden.

Primärenergie für die Anlagenfertigung beim Anlagenhersteller

Zur Abschätzung der Energie-Aufwendungen bei der Anlagenfertigung wurde der Endenergieverbrauch (Netzstrom und Erdgas) pro Anlage erfaßt und der resultierende Primärenergieverbrauch für die Anlagenfertigung über Kraftwerkswirkungsgrade und Vorkettenverluste auf Basis der IVV-Datenbank festgestellt.

Der Primärenergiebedarf für den Bezugsbilanzraum

Der Bezugsbilanzraum bildet zusätzlich zu den oben genannten Werten zur Anlagenherstellung auch die erforderliche Primärenergie für den Anlagenbetrieb ab. Dazu war - ausgehend von den erhobenen Input-/Outputdaten der drei Anlagenbeispiele W1,

C1 und K1 - für alle Input-/Outputgrößen der notwendige Energiebedarf im externen Bilanzraum Vor-/Nachleistungen zu ermitteln, insbesondere also die Primärenergie für

- die Herstellung und den Transport des Reinigungsmittels,
- die Energiebereitstellung zur Durchführung der Reinigungsaufgabe und
- die Beseitigung, Verwertung bzw. Aufbereitung der Reinigungsmittel-Abfälle.

Die dieser Signifikanzanalyse zugrunde liegenden Energiedaten sind teilweise erhoben und wurden teilweise geschätzt.

A.1.2.5 Aufbereitung der erhobenen Daten zur Berechnung

Vor Eingabe in die Datenbank des im Rahmen dieses Projektes vom Fraunhofer IVV entwickelten Softwaresystems "PUROLIT" [40] zur Bilanzberechnung von Reinigungsverfahren müssen alle einzugebenden Daten nach bestimmten Kriterien geprüft werden.

Notwendig ist dies, da sich die Datenerfassung abhängig vom zu beschreibenden Bereich sehr unterschiedlicher Mittel bedient und die Daten durch mehrere Bearbeiter erfaßt worden sind: Die Stoff- und Energieflußgrößen wurden - insbesondere für die Module der betrachteten Reinigungsanlagenbeispiele - direkt ermittelt durch Messungen und Probennahmen vor Ort sowie Materialanalysen im Labor. Für andere Bereiche wurden Fragebögen entwickelt, die dann von den angeschriebenen Datenlieferanten ausgefüllt wurden. Eine Reihe weiterer Daten basiert auf Literaturrecherchen und der Auswertung technischer Prozeßbeschreibungen. Dieses breite Spektrum unterschiedlicher Datenquellen führte zu Primärdaten, die in jedem Falle hinsichtlich folgender vier Kriterien zu überprüfen und erforderlichenfalls zu überarbeiten waren:

- Vollständigkeit der Beschreibung,
- Plausibilität der Daten,
- Konsistenz der Beschreibung und
- Modellierungsprinzipien zur Bildung von Prozeßmodulen.

Diese Aufgabe hat im Projekt das Fraunhofer IVV übernommen, da auch die Eingabe der Daten hier erfolgte.

Vollständigkeit der Beschreibung

Zunächst wurde für die einzelnen Datenmodule kontrolliert, ob alle in der Methodik definierten Stoff- und Energieflüsse beschrieben sind. Fehlende Flußgrößen wurden nach Möglichkeit über Rückfragen bei Datenlieferanten und Recherchen ergänzt; verbleibende Datenlücken sind in den Bemerkungen zu den Datenmodulen dokumentiert.

In einem zweiten Vollständigkeitscheck wurde dann für alle Input-/Outputgrößen der Module sichergestellt, daß die Namensgebung und technisch-physikalisch-chemische Charakterisierung dieser Flußgrößen umfassend und unmißverständlich ist. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Zuordnung der Flußgrößen zu einer Stoffkategorie, die Angaben von Klassifikationsschlüsseln wie z.B. LAGA-Nr. oder CAS-Nr. und die Spezifikation der Stoffmenge mit Wert und Einheit (z.B. 2 kg) gelegt. Stoff- und Energieflüsse, für die keine Mengenangaben bestimmt werden konnten, wurden als qualitative Angabe beim jeweiligen Datenmodul vermerkt.

Zu jedem Datenmodul wurde eine allgemeine Prozeßdokumentation erstellt, die den technischen, räumlichen und zeitlichen Rahmen ausführlich beschreibt.

Plausibilität der Daten

Das zweite Prüfkriterium im Rahmen der Datenaufbereitung dient der Kontrolle der ermittelten Primärdatenwerte. Die Zahlen wurden - wo möglich - vergleichbarem Datenmaterial von Prozeßalternativen gegenübergestellt.

Speziell für die betriebs- und anlagenspezifischen Makromodule zu den Reinigungsanlagen wurde ein Abgleich mit den detaillierten Originaldaten-Modulen vorgenommen.

Für alle anderen Makromodule wurden zur Plausibilisierung die detaillierten Prozeßstrukturen herangezogen. Bei den Modulen zur Energiebereitstellung und zum Transport konnte dies realisiert werden. In den anderen Bereichen wurde versucht, möglichst umfassende Informationen zu Randbedingungen, Struktur und Datengrundlage aus den Datenquellen zu extrahieren. Dies betrifft insbesondere den Bereich Reinigungsmittelherstellung.

Für jedes Datenmodul wurde zusätzlich eine Massen- und eine Energiebilanz durchgeführt. Große Abweichungen wurden plausibilisiert (z.B. die Abweichung in der Massenbilanz bei Verbrennungsprozessen läßt sich durch den methodengemäß nicht berücksichtigten Inputstrom "Verbrennungsluft" erklären) und in der Prozeßdatendokumentation begründet.

Für jedes Modul, bei dem Fragen in Bezug auf Massen- oder Energiedefizite offen geblieben sind, wurde ein Komponentenabgleich vorgenommen. Eine Zerlegung der Stoffe in ihre Komponentenströme sollte dabei Aufschluß über das Zustandekommen eventueller Salden geben. Über einen Vergleich der Input-/Output-Komponentenströme konnte dabei aufgezeigt werden, welche stoffliche Beschaffenheit bisher fehlende Massenströme erwarten lassen, und so eine gezielte Nachfrage beim Datenlieferanten oder eine gerichtete Recherche ausgelöst werden.

Konsistenz der Beschreibung

Da die Primärdaten aus sehr unterschiedlichen Datenquellen abgeleitet wurden, war ein Abgleich bzgl. Stoff- und Prozeßbezeichnungen, Strukturierung, Modellierung und Methodenkonsistenz vorzunehmen.

Nomenklatur der Stoffbezeichnungen

Um zu vermeiden, daß derselbe Stoff unter mehreren Bezeichnungen geführt wird, wurden allgemein verbindliche Namenskonventionen festgelegt:

- Die Stoffbezeichnung wird generell groß geschrieben.
- Stoffbezeichnungen, die chemische Elemente bzw. Verbindungen darstellen, beginnen mit dem ausgeschriebenen Element bzw. dem Namen der Verbindung gefolgt von der chemischen Formel in Klammern. Beispiele: "Barium (Ba)", "Ammonium ($NH4^{+}$)".
- Verweise im Stoffnamen auf eine Stoffkategorie werden generell durch ein Semikolon getrennt an die Stoffbezeichnung angehängt. Das Semikolon wird bei Stoffbezeichnungen ausschließlich zu diesem Zweck eingesetzt und kennzeichnet somit diejenigen Stoffe, die durch Angabe der Kategorie näher spezifiziert werden. Bespiele: "Barium (Ba); Emission Atmosphäre", "Ammonium ($NH4^{+}$); Emission Wasser".
- Bei der Spezifikation der Stoffkategorie soll die in der PUROLIT-Datenbank eingeführte Bezeichnung verwendet werden. Ausnahme: Sinnvolle Abkürzung bei Überschreitung der maximalen Länge der Stoffbezeichnungen. Beispiel: "Ammonium ($NH4^{+}$); Em. Wasser".
- Nähere Kennzeichnungen eines Stoffes, die sich nicht auf die Kategorie beziehen, sollen durch ein Komma getrennt vor dem Verweis auf die Kategorie eingefügt werden. Beispiel: "Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure 30 %; Minorkomponente"

Die Bezeichnungen der Input-/Outputstoffe aus der Datenerhebung wurden den oben dargestellten allgemeinen Konventionen angepaßt. In vielen Fällen waren in den ermittelten Rohdaten bzw. den von den Projektpartnern übergebenen Moduldatenblättern Stoffe nur mit ihrer chemischen Summenformel aufgeführt, so daß zur Aufbereitung dieser Daten für die Dateneingabe der chemische Name der jeweiligen Substanzen zu ermitteln war. Unklare oder zweideutige Bezeichnungen wurden hinterfragt und durch genauere Spezifikationen ersetzt. Mehrfachnennungen von Stoffen mit unterschiedlichen Bezeichnungen (z.B. "Chlorwasserstoff" und "Salzsäure") wurden so ebenfalls bereinigt.

Zusammenfassung von Stoffströmen

War ein Stoff wiederholt bzw. mit mehreren getrennten Stoffstrommengenangaben in einem Modul als Input oder als Output aufgeführt, so wurden diese Einzelströme getrennt für Inputs und Outputs zu einer gemeinsamen Summenposition zusammengefaßt.

Anpassung und Umrechnung von Stoffströmen

Die Moduldatensätze für den Bereich Reinigungsmittelherstellung stützten sich in Bezug auf die Systemgrenzen der energetischen Vorketten auf ein Konzept, das von

den für dieses Projekt getroffenen Festlegungen abweicht. Die durch das Institut für Technische Chemie erstellten Rohdatensätze wiesen zunächst "KEA[2] Kernkraft" und "KEA Wasserkraft" als umweltbeeinflussende Größen aus. Zur Angleichung an den definierten Untersuchungsrahmen und die festgelegten bilanzierten Größen (Kap. A.1.1.5) wurden daher die Daten zum "KEA Kernkraft" von den Bearbeitern des ITC auf die Flußgrößen "Uranerz; Rohstoff in der Lagerstätte", "Abfall, hochradioaktiv", "Abfall, mittelradioaktiv" und "Abfall, schwachradioaktiv" zurückgeführt. Es wurde ein entsprechender Umrechnungsfaktor verwendet, um den "KEA Wasserkraft" auf die Flußgröße "Strom aus Wasserkraft" abbilden zu können.

Modellierungsprinzipien zur Bildung von Prozeßmodulen

Als viertes Prüfkriterium wurde für die vollständig konsistent und plausibel beschriebenen Prozeßdatensätze die Beachtung der Abschneidekriterien, Zurechnungsvorschriften und Allokationsregeln beurteilt.

Die Einordnung von Stoffen als Minorkomponenten wurde gemäß der Definition (vgl. Kap. A.1.1.5.2 "Abgeschnittene Stoffströme") validiert. Prozesse zur Beschreibung von Kuppelproduktionen wurden anteilig aufgeteilt auf entsprechende Einzelmodule je Kuppelprodukt.

Jedes Datenmodul wurde genau einem der definierten Teilbilanzräume und Prozeßkettenabschnitte zugeordnet. Wo dies nicht möglich war, wurde das Datenmodul entweder in Teilmodule für die einzelnen Teilbilanzräume aufgetrennt oder aber ein entsprechender Hinweis in die Prozeßdatendokumentation aufgenommen.

Prozeßsimulation

Für einige Bereiche liefern die Ergebnisse der Datenerfassung noch nicht die endgültigen Datenmodule, wie sie in die Bilanzberechnungen eingehen, sondern vielmehr Daten zur Parametrisierung von Berechnungsmodellen. Für die betroffenen Prozesse waren zu den erhobenen Input-/Outputdaten die nötigen Eingangsparameter und die Berechnungsvorschriften für die Prozeßsimulation zu ermitteln und in Form mathematischer Gleichungen und Algorithmen zu beschreiben. Solche theoretischen Modelle sind speziell für die Berechnung der betriebsspezifischen und der anlagenspezifischen Datensätze zu den Reinigungsanlagen und für die Module "CKW-Recycling", "Vorbehandlungsstufe", "Emulsionsspaltung", "Energetische Verwertung im Zementofen" und "Kommunale Kläranlage" im Entsorgungsbereich verwendet worden.

[2] *KEA: Kumulierter Energieaufwand*

A.1.3 Festlegungen zur Wirkungsabschätzung

In der Antragsbeschreibung zum vorliegenden Projekt war festgelegt worden, keine Methodenentwicklungen zur Wirkungsabschätzung durchzuführen, sondern auf der Basis des Standes des Wissens und veröffentlichter Methoden diesen Teil zu bearbeiten. Der Stand des Wissens ist 1996 vom Fraunhofer IVV zusammengetragen und in das Projekt eingebracht worden. Das Fraunhofer IVV hat bei der Evaluierung vorhandener Ansätze insbesondere geprüft, inwieweit die Methoden

- trotz eingeschränkter ökologischer Gesichtspunkte auf wissenschaftlicher Basis entwickelt und hinreichend breit akzeptierbar sind.
- ein Mindestmaß an Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Plausibilität für den Nicht-Spezialisten besitzen.
- nach dem heutigen Wissensstand beurteilt dem globalen Ziel der Nachhaltigkeit menschlichen Wirkens erkennbar dienen.
- den praktischen Bedürfnissen entsprechen, handhabbar sind und unmittelbar zur Verfügung stehen.

Die nachfolgende Tabelle Tab. A-6 gibt einen Überblick über die in den engeren Kreis der Auswertung aufgenommen methodischen Ansätze mit einer Darstellung zu den abgebildeten Wirkkategorien. Aus der internationalen Standardisierung (ISO) zu Ökobilanzen, in der das Fraunhofer IVV aktiv mitarbeitet, ist bekannt, daß ein Konsens dazu besteht, in Übereinstimmung mit dem Bilanzraum der Sachbilanz globale und regionale Wirkungskategorien abzubilden. Es wird jedoch keine Mindestliste der abzubildenden Wirkkategorien festgelegt. Die Ökobilanzexperten sind sich einig, daß die Entscheidung, welche Wirkkategorien abzubilden sind, einerseits und vorrangig von der Fragestellung des Projekts abhängt und deshalb in der Zielstellung und im Untersuchungsrahmen festgelegt werden muß. Andererseits bestimmt die Vollständigkeit des Dateninventars der Sachbilanz entscheidend darüber, welche Wirkkategorien quantifiziert und abgebildet werden können. Insbesondere bei Systemvergleichen ist auf die Vollständigkeit des Sachbilanzinventars zu achten, denn es darf nicht dasjenige System "ökologische Nachteile" angerechnet bekommen, welches im Gegensatz zu den anderen Systemen vollständige Datensätze geliefert hat.

Umweltkategorien	CML	WISA [41]	UBA
Treibhauseffekt	CO_2-Äquivalent	CO_2-Äquivalent	CO_2-Äquivalent
Eutrophierung	PO_4-Äuquivalent	PO_4-Äuquivalent	PO_4-Äuquivalent
Versauerung	Säure-Äquivalent	Säure-Äquivalent	SO_2-Äquivalent
Ozonabbau	CFC 11 Äquival.	CFC 11 Äquival.	CFC 11 Äquival.
Inanspruchnahme von Ressourcen	Abiotisches und Biotisches Ressourcenverbrauchspot. (Berücksichtigt ist die Ressourcenknappheit)	MJ für erneuerbare Energie und nicht ern. Energie kg für min. Ressourcen m^3 für Wasser	Holzmenge Wasser Rohöl-Äquivalent (Berücksichtigt ist die Ressourcenknappheit)

Umweltkategorien	CML	WISA [41]	UBA
Abfall	(Abfallmenge)	kg Siedlungs-abfall kg Sonderabfall m^3 Radioakt. Abfall	Deponieraum Risikoindikator Kernkraft
Bildung von Photooxidantien	Ethen-Äquivalent		Ethen-Äquivalent
Flächenbedarf			
Human-/Ökotoxizität	Human-, aqua-tisches und terrestrisches Toxizitätsäquiv.	Wirkfrachtpoten-tial für den Wasserpfad und Wirkfrachtpoten-tial für den Luft-pfad	Einzelfallbe-trachtung, quali-tativ

Tab. A-6: Normungsgrößen der einzelnen Wirkkategorien

Diese Randbedingungen waren die Basis dafür, daß als Methode zur Wirkungsabschätzung für den gesamten Bilanzraum (Vorkette Reinigungsmittelherstellung, Technisches Verfahren und Nachkette Entsorgung) die Fraunhofer Methode [41] für die Anwendung in diesem Projekt ausgewählt wurde. Kapitel A.1.3.1 beschreibt diese Methode und die Festlegungen zu den zu betrachtenden Wirkkategorien. Die Äquivalenzfaktoren zur Abbildung der Sachbilanzpositionen auf die globalen Wirkkategorien werden in Kapitel A 1.3.3. tabellarisch aufgelistet. Zusätzlich wurden von den Bearbeitern des ITC der FSU Jena ausgewählte lokale Effekte für den Teilbilanzraum "Technisches Verfahren" beschrieben (Kap. A.1.3.2.2.).

A.1.3.1 Wirkungsabschätzung für den Gesamtbilanzraum

A.1.3.1.1 Die Wirkungsabschätzung im Rahmen der Ökobilanzierung

Wesentliche Aufgabe der Wirkungsabschätzung (s.a. Kapitel 2.4.1.3) ist eine Aggregation der umfangreichen Sachbilanzdaten auf Wirkungskategorien, d.h. die Sachbilanzergebnisse sind einer Auswahl an Wirkungskategorien zuzuordnen. Die Auswahl der Wirkungskategorien orientiert sich an der

- Zielstellung des Projektes,
- wissenschaftlichen Konsensfähigkeit der Abbildungsvorschriften für die Berechnung der Wirkungskategorie-Werte aus Sachbilanzgrößen und an der
- gleichmäßigen Verfügbarkeit der für die betreffende Wirkungskategorie relevanten Sachbilanzpositionen in allen zur Diskussion stehenden Systemen.

Eine weitergehende Verdichtung der Aussagen in einem Bewertungsschritt, der dann auch eine Gewichtung der Wirkungskategorien vorsehen müßte, ist ausdrücklich nicht vorgesehen. Die Aussagen zu einzelnen Wirkungskategorien stellen vielmehr gemeinsam mit Aussagen zu nicht-ökologischen Kriterien die Basis für wirtschaftliche und politische Entscheidungen dar. Die Priorisierung einzelner Kriterien leitet sich aus

individuellen Entscheidungsrandbedingungen ab, die wissenschaftlich nicht erschließbar sind.

Die Anwendung der FhG-Wirkungsabschätzungsmethode bezieht sich ausschließlich auf die Abbildung globaler Umweltlasten des gesamten Bilanzraumes, das heißt auf den Teilbilanzraum Technisches Verfahren und die Teilbilanzräume Vor-/ Nachleistungen. Ein Charakteristikum der Sachbilanzdaten im Teilbilanzraum Vor-/Nachleistungen ist der fehlende Raum- und Zeitbezug, so daß dort Konzentrationen, Dosen und örtliche Bedingungen / Vorbelastungen nicht ausgewiesen sind.

Im Teilbilanzraum Technisches Verfahren kann hingegen der Raum- und Zeitbezug der Stoffströme bestimmt werden. Lokale Betrachtungen im ortsfesten Teilbilanzraum Technisches Verfahren werden an dieser Stelle aber nicht behandelt. Diese sind Gegenstand des Berichtsteiles des Institutes für Technische Chemie der FSU Jena (vgl. Kapitel A.1.3.2.2).

A.1.3.1.2 Festlegung von Wirkungskategorien

Im Rahmen der Arbeiten zur Wirkungsabschätzung wurden drei methodische Ansätze zur Wirkungsabschätzung globaler Umweltlasten einer kritischen Prüfung hinsichtlich Ihrer Anwendbarkeit auf die Fragestellung des Projektes unterzogen. Dabei handelt es sich einerseits um die niederländische CML-Methode, die relativ eng an den SETAC-Ansatz angelehnt ist (teilweise die gleichen Methodenentwickler), sowie um die deutschen Methoden des Umweltbundesamtes [42] und die Fraunhofer-Methode [41]. Die Fraunhofer-Methode wurde in diesem Projekt für den Gesamtbilanzraum angewendet.

Idealerweise dokumentiert eine Sachbilanz

- alle Ressourcenentnahmen jeweils an der Stelle ihrer Entnahme aus der natürlichen Umwelt,
- alle Emissionen und
- alle Abfallmengen am Ort ihres endgültigen Verbleibs.

Neben den Stoff- und Energieflüssen, deren „Vor- und Nachketten“ vollständig in den Bilanzraum eingeschlossen sind, treten Flußgrößen auf, die nicht vollständig bilanziert worden sind, weil entweder

- die Datenlage das Ansetzen grober Schätzungen notwendig macht und einige Stoffströme abgeschnitten werden, um den Bearbeitungsrahmen des Bilanzprojekts auf ein vertretbares Maß zu beschränken oder weil
- Informationen zu bestimmten Input- oder Output-Positionen einfach nicht verfügbar sind, oder weil
- es sich um Minorstoffströme handelt, die in dem jeweiligen Prozeß, in dem sie eingesetzt werden, nach einem Abschneidekriterium identifiziert werden und deren Vorkette methodengemäß nicht bilanziert werden (vgl. Kapitel A.1.1.5.2.1).

Die Behandlung dieser unvollständig bilanzierten Stoffströme ist in Kap. A.1.3.1 beschrieben. Kapitel A.1.3.1.2.1 und Kapitel A. 1.3.1.2.2 beschreibt die untersuchten Wirkungskategorien der Fraunhofer-Methode [41] und deren quantitative Ableitung aus den Sachbilanzergebnissen (Charakterisierung).

A.1.3.1.2.1 Kennzahlen zur Kategorie Resscourcenverbrauch (Inputströme)

Die Kennzahlen zum Ressourcenverbrauch leiten sich aus allen Input-Positionen des Systems ab. Es handelt sich um Stoffe und Energieträger, die innerhalb des Bilanzraumes entlang ihrer Vorkette zurückverfolgt werden bis zu ihrer natürlichen Lagerstätte und dann als Primärrohstoffe ausgewiesen werden.

Als zweckmäßig auch im Zusammenhang mit der Bilanzierung technischer Verfahren hat sich die Unterteilung der Fraunhofer-Methode in die Kenngrößen energetisch bewertbare Ressourcenaufnahme (weiter unterteilt in erneuerbar und nicht erneuerbar), nicht energetisch bewertbare mineralische Ressourcen und Wasserinanspruchnahme erwiesen.

Energieäquivalent nicht erneuerbarer und erneuerbarer energetisch bewertbarer Ressourcen

Energetisch bewertbare Ressourcen werden in

- **erneuerbare Ressourcen** und
- **nicht erneuerbare Ressourcen**

unterschieden. Zur Bestimmung des Energieinhaltes der energetisch bewertbaren Ressourcen geht man von dem Massenstrom aus, der dem natürlichen Vorkommen entnommen wird und von dessen unterem Heizwert. Dies ist unabhängig von der Frage ob der Rohstoff stofflich („feedstock“) oder als Energieträger verwendet wird. Als Ausnahmen gelten in diesem Zusammenhang Kernenergie und Wasserkraft. Im Falle der Wasserkraft wird die potentielle Energie des Wassers zur Quantifizierung des energetisch bewertbaren Ressourcenverbrauches herangezogen, während das erforderliche Uranerz zur Nuklearstrom-Erzeugung in Energieäquivalenten angegeben wird. Damit werden in der Wirkungsabschätzung auch die nicht massenstromgebundenen, energetisch bewertbaren Ressourcen-Inputs berücksichtigt.

Verwendete Heizwerte von Primär-Ressourcen	
Rohbraunkohle	8,795 MJ/kg
Rohsteinkohle	29,3 MJ/kg
Rohgas	33,8 MJ/m³
Rohöl i. d. Lagerstätte	42,6 MJ/kg
Holz	7300 MJ/m³ 15 MJ/kg

Tab. A-7: Untere Heizwerte der Primärenergieträger

Mineralische Ressourcen

Primäre mineralische Ressourcen werden in der Sachbilanz mit ihren jeweiligen Massen angegeben. Diese Massen werden zur Position „Entnahme mineralischer Ressourcen“ aufsummiert.

Wasserentnahme

Die Entnahme von Wasser aus der natürlichen Umwelt wird in der Sachbilanz möglichst mit Herkunftsort (der auch Auskunft über die Qualitätskategorie gibt) dokumentiert. Die Wirkungskategorie „Wasserentnahme“ wird durch die volumetrische Summierung der entsprechenden Sachbilanzpositionen ermittelt. Nachdem diese Angabe anhand der Sachbilanzdaten nachträglich auch wieder aufschlüsselbar ist, sind die Informationen zur Wasserqualität auch für nachträgliche Detailanalysen verfügbar.

A.1.3.1.2.2 Kennzahlen und Wirkkategorien zu den Outputströmen

Kenngröße Deponie

Die Fraunhofer-Methode unterteilt die Abfälle in die Abfallkategorien Siedlungsabfall, Sonderabfall und radioaktiver Abfall. Diese detaillierte Darstellung wird für die Bilanzierung technischer Verfahren übernommen.

Abfälle werden den genannten Kategorien erst am Ort ihres endgültigen Verbleibs zugeordnet. Alle Abfallbehandlungschritte vor der endgültigen Ablagerung sind prinzipiell Bestandteile des betrachteten Bilanzraumes.

- Die Kategorie **Siedlungsabfall** umfaßt Haushaltsabfälle und hausmüllähnlichen Gewerbeabfall, allerdings kann die Kennzahl auch chemisch inerte Verbrennungsabfälle einschließen.
- Die Kategorie **Radioaktive Abfälle** umfaßt alle Arten radioaktiver Abfälle aus der Brennelemente-Herstellung und aus dem Betrieb von Kernkraftwerken, die elektrischen Strom für öffentliche Netze bereitstellen.
- In die Kategorie **Sonderabfälle** fallen Produktionsabfälle und Abfälle aus der Energiebereitstellung, die nicht auf Siedlungsabfalldeponien abgelagert werden dürfen.

Nicht alle Abfälle, die in den betrachteten Systemen dokumentiert sind, können immer zweifelsfrei bestimmten Abfallkategorien zugeordnet werden. In diesen Fällen wird versucht, aus der Zusammensetzung der Abfälle eine Zuordnung der Abfälle nach deutschem Abfallrecht zu vollziehen. Dabei wird zwischen der Ablagerung in „geschlossenen“ und „offenen“ Endlagerstellen unterschieden. Endlagerstellen für Sonderabfälle und für radioaktive Abfälle sind gegenüber der natürlichen Umgebung versiegelt. Für diesen Typ von Endlagerstellen werden keine Langzeit-Emissionen in der Sachbilanz ausgewiesen. Die Abfälle werden hier nur als Stoffmengen (Masse) erfaßt. Für Abfälle dieses Typs sind nicht nur besondere Anforderungen an die Eigen-

schaften der Ablagerungsstelle zu stellen, sie erfordern zusätzlich eine Dauerüberwachung über sehr lange Zeiträume.

Siedlungsabfalldeponien sind Endlagerstellen, die einen Stoffaustausch mit der natürlichen Umgebung nicht vollständig unterbinden („offen“). Das bedeutet, daß Langzeit-Emissionen von der Deponie an die natürliche Umgebung abgegeben werden, trotz Sickerwassererfassung und Deponiegasabsaugung.

Eutrophierungspotential

Eutrophierung ist die Übersättigung von Ökosystemen mit essentiellen nicht kohlenstoffhaltigen Nährstoffen. Dies führt potentiell zu schweren Störungen des biologischen Gleichgewichtes in lokalen Mikrosystemen aber auch in Makrosystemen und insbesondere zur Unterversorgung mit den jeweils nicht im Übermaß verfügbaren Nährstoffen. Zur Bestimmung des Eutrophierungspotentials werden alle Stickstoff (N) - haltigen und Phosphor (P) - haltigen Emissionen betrachtet, die in einem vegetationsrelevanten Zeitraum bioverfügbaren Stickstoff und Phosphor freisetzen. Dabei wird Phosphat als Referenz-Substanz angesetzt.

Als Literaturquellen für das Eutrophierungspotential können genannt werden:

- WISA [41]
- Heijungs, R. et al. [43]
- Ahbe, S. et al.[44]

Stoff	*Eutrophierungsäquivalent*
1 kg N	*4,46 mol PO_4*
1 kg NH_3	*3,68 mol PO_4*
1 kg NH^{4+}	*3,47 mol PO_4*
1 kg NO^{3-}	*1,01 mol PO_4*
1 kg NO^{2-}	*1,36 mol PO_4*
1 kg P	*32,29 mol PO_4*

Tab. A-8: Eutrophierungspotential - Eutrophierungsäquivalente einer Auswahl von Emissionen

Versauerungspotential

Durch die Tätigkeit des Menschen kommen zu den natürlichen Säurequellen im Boden und Wasser die sauren Luftverunreinigungen hinzu. Entscheidend für das Versauerungspotential ist die Freisetzung von Protonen. Deshalb werden alle luft- und wassergetragenen Emissionen des untersuchten Systems hinsichtlich ihres Potentials, Protonen freizusetzen, beurteilt.

Das Potential eines Stoffes, H+-Ionen zu bilden, wird durch den AP-Wert (Acidification Potential) beschrieben.

AP-Wert: die Menge der Säureäquivalente pro Masseneinheit (Molekulargewicht MG: g/mol) verglichen mit der Zahl der Säureäquivalente einer Vergleichssubstanz.

Als Literaturquellen für das Versauerungspotential können genannt werden:

- WISA [41]
- de Leeuw F.A.A.M. [45]
- Heijungs R. et . al. [43]
- Grennfeld P. [46]
- VNCI (1991) [47]

Für atmosphärische Emissionen, bei denen ein Potential H+-Ionen zu bilden vermutet wird, für die jedoch in den oben genannten Literaturstellen keine Angabe zum Versauerungspotential enthalten sind, kann als grobe Abschätzung ein Säureäquivalent auf Basis der Molekularzusammensetzung bestimmt werden. Aus de Leeuw [45] ist folgende Berechnungsformel bekannt:

$$AP = \frac{M_{SO_2}}{M_{NS}} \; \frac{n_{Cl} + n_F + n_N + 2n_S}{2}$$

mit

NS = neue Substanz
M = Molekulargewicht
n = Anzahl der Atome pro Molekül

Als Referenz-Substanz für das Versauerungspotential wird im vorliegenden Bericht SO_2 verwendet. Einige der o.g. Literaturquellen und die dargestellte Berechnungsformel weisen abweichend davon Werte in Säureäquivalenten aus. Eine Umrechnung dieser Zahlenwerte auf SO_2-Äquivalente war daher vorzunehmen.

Nachdem die Wahrscheinlichkeit, wassergebundene Protonenakzeptoren anzutreffen, sehr gering ist, wird ein entsprechender Neutralisierungseffekt in der Berechnung nicht berücksichtigt.

Stoff	***Versauerungsäquivalent***
1 kg NO_x	*5,43 mol SO_2*
1 kg SO_2	*15,61 mol SO_2*
1 kg H_2S	*29,41 mol SO_2*
1 kg HCl	*13,72 mol SO_2*
1 kg HF	*25 mol SO_2*
1 kg Trichlorethylen	*11,395 mol SO_2*

Tab. A-9: Versauerungspotential - Versauerungsäquivalente einer Auswahl von Emissionen

Die Faktoren für das Versauerungsäquivalent wurden auf Basis des Wissensstandes der o.g. Literaturquellen ermittelt. Diese Quellen weisen im Bezug auf die Substanz

Perchlorethylen (PER) Lücken auf: für PER ist - im Gegensatz zu Trichlorethylen - in den verwendeten Literaturquellen kein Faktor bzw. der Wert 0 als Versauerungsäquivalent genannt.

Daraus ergab sich, daß in die Bilanzrechnungen für Trichlorethylen der Faktor 11,395, für Perchlorethylen dagegen kein Faktor (≅ Faktor 0) einfließt. Dieser Sachverhalt ist bei der Ergebnisauswertung und Interpretation zu berücksichtigen.

Beitrag zum anthropogenen Treibhauseffekt (GWP)

Die Beiträge zum anthropogenen Treibhauseffekt, die aus den entsprechend relevanten Einzelemissionen resultieren, sind in Tab. A-10 aufgeführt. (CO_2-Äquivalente unter Voraussetzung einer Verweilzeit von 100 Jahren in der Atmosphäre).

Nachdem davon ausgegangen werden kann, daß die für Klimaveränderungen relevanten Zeiträume einige Jahrzehnte betragen, wird CO_2, das aus der Verbrennung von nachwachsenden Materialien stammt, nicht als Beitrag zum anthropogenen Treibhauseffekt gezählt. Kohlenwasserstoff-Emissionen, deren Verweilzeit in der Atmosphäre aufgrund von Auswaschung mit Regen nicht ausreicht, um CO_2 zu bilden, werden ebensowenig berücksichtigt. Methan-Emissionen sind zu differenzieren in Anteile, die aus nachwachsenden Materialien stammen und solchen, die ihren Ursprung in fossilen Quellen haben. Für Methan-Emissionen aus nachwachsenden Kohlenstoffquellen trägt das CO_2, das als Zerlegungsprodukt des Methans freigesetzt wird, nicht mehr zum GWP bei. Daraus resultiert für Methan aus nachwachsenden Quellen ein CO_2-Äqivalent von 18 kg/kg gegenüber einem CO_2-Äquivalent von 21 kg/kg für Methan aus fossiler Quelle.

Unsicherheit besteht nach wie vor über den Anstieg des troposphärischen Ozons, das einen beträchtlichen Einfluß auf das GWP hätte. Ungefähr 80 % des emittierten Methans bildet in der Troposphäre CO_2 und Ozon (1 Mol Methan bildet dabei 3 Mol Ozon), wobei der Rest zu permanenten Spurengaseffekten in der Atmosphäre führt. Es ist zu befürchten, daß die Konzentration atmosphärischen Ozons steigt, wenn die Bildungsrate die Abbaurate übersteigt. Allerdings ist bekannt, daß die troposphärische Ozonbildung stark von der Stickoxid-Konzentration abhängt (katalytischer Effekt).

Im Rahmen dieses Projektes wurde der Beitrag zum anthropogenen Treibhauseffekt quantifiziert auf der Basis der Fraunhofer-Methode, welche die Festlegung umsetzt, nur zweifelsfreie Effekte im Zusammenhang mit den zu berücksichtigenden GWP-Beiträgen in die Wirkungsabschätzung mit aufzunehmen.

Als Literaturquellen für das GWP können genannt werden:

- IPCC (1995) [48]
- IPCC (1995) [49]
- IPCC (1994) [50]
- VNCI (1991) [51]
- BMU (1994) [52]
- Fischer et al. [53]

- de Leeuw [45]

Stoff	*GWP-Äquivalent kg/kg*
CO_2	*1*
CO	*2*
CH_4 aus fossilen Quellen	*21*
CH_4 aus erneuerbaren Quellen	*18*
NMVOC	*3*
N_2O	*290*

Tab. A-10: Beitrag zum anthropogenen Treibhauseffekt (GWP) - Äquivalenzfaktoren

Beitrag zum katalytischen stratosphärischen Ozonabbau (ODP)

Hauptverursacher für den Abbau stratosphärischen Ozons ist die Gruppe der FCKW. Der ODP-Wert (Ozone Depletion Potential) von voll- und teilhalogenierten Substanzen wird relativ zu dem Potential von FCKW-11 (Bezugsgröße 1) errechnet.

Als Literaturquellen für das ODP können genannt werden:

- WISA [41]
- WMO 1994 [55]
- BMU 1994 [55]
- de Leeuw [45]

Für die vorliegende Untersuchung wurde in den bilanzierten Prozeßketten nur eine einzige Substanz identifiziert (Halon 1301), die einen Beitrag zur katalytischen Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht liefert.

Stoff	*ODP-Äquivalent kg CFC 11/kg*
Halon (H 1301)	*16*

Tab. A-11: Beitrag zum katalytischen stratosphärischen Ozonabbau - Äquivalenzfaktoren

Kenngröße Wirkfrachtpotential Ökotox

Zur quantitativen Abbildung dieser Größe sind Konzentrationsangaben notwendig, die in der Regel in den Sachbilanzdaten nicht zur Verfügung stehen. Am Fraunhofer IVV wird derzeit an der Umsetzung eines an der Fraunhofer-Gesellschaft entwickelten Methodenansatzes zur Abbildung eines Wirkfrachtpotentials Ökotox gearbeitet.

Die grundliegenden Arbeiten des Fraunhofer-IUCT zum Wirkfrachtpotential Ökotox sind dargestellt in

- WISA [41].

Für den vorliegenden Projektbericht wurde beschlossen, zur vollständigeren Abbildung der Umweltrelevanz eines technischen Verfahrens die Kenngröße Wirkfrachtpotential Ökotox als eine zusätzliche Beurteilungskategorie aufzunehmen und auf Basis der Ergebnisse aus der Datenerhebung zu prüfen, inwieweit zumindestens der erste Ansatz im Rahmen der Ökobilanzierung von Verfahren zur Oberflächenreinigung sinnvoll eingesetzt werden kann.

Die Kategorie Ökotoxikologie bildet die toxikologischen Auswirkungen auf ein Ökosystem unter langfristigen und globalen Aspekten ab, indem eine Klassifizierung der Emissionen unter Berücksichtigung bestimmter Kombinationen von Stoffeigenschaften stattfindet. Darauf folgt eine Wichtung der Emissionen gemäß ihrer Zugehörigkeit zu einer bestimmten Klasse, d.h. gemäß ihres toxikologischen Potentials. Als Kennzahlen werden sowohl die Wirkfrachtpotentiale (WFP) der Stoffe für den Wasser- als auch für den Luftpfad getrennt ermittelt (WFP_{Wasser} und $WFP_{Atmosphäre}$). In einem Screening werden zusätzlich Problemstoffe und hohe Beiträge einzelner Emissionen zu den Kennzahlen identifiziert und als Einzelaspekte berücksichtigt.

Bei diesen Untersuchungen handelt es sich um erste Versuchsanwendungen, da die Methode in der Fachöffentlichkeit noch in Diskussion ist. Aufgrund der unbestimmten Datenvollständigkeit kann nicht sichergestellt werden, daß alle ökotoxrelevanten Emissionen hinreichend abgebildet sind. Dies führt dazu, daß die ökotoxikologischen Wirkparameter in der Auswertung nur einen geringen Stellenwert haben und somit keine belastbaren Aussagen für den Vergleich der Reinigungsverfahren liefern. Derzeit sind sie nur zur Quellen- und Schwachstellenanalyse geeignet.

A.1.3.1.3 Behandlung unvollständig bilanzierter Input- und Outputströme

A.1.3.1.3.1 Unvollständig bilanzierte Inputströme

Bei den unvollständig sachbilanzierten Inputströmen handelt es sich um Hilfs- und Betriebsstoffe (Minorkomponenten) und nur in wenigen Einzelfällen um anteilsmäßig wesentliche Stoffströme (Einsatz von Wasser, das nicht direkt aus der Umwelt entnommen wird, z.B. Trinkwasser und Einsatz von Energieträgern, z.B. Grubengas).

Von diesen Stoffströmen sind die Vorketten nicht bilanziert, jedoch ist die Masse/das Volumen und die Art des Inputstroms erfaßt worden. Der Inputstrom ist somit für die Kennzahlen der Ressourcen-Inanspruchnahme zumindest überschlägig auswertbar. Die Emissionen seiner Vorkette sind in der Sachbilanz jedoch nicht erschlossen und entfallen deshalb auch als Beiträge zu den outputbezogenen Kennzahlen.

Die Erfassung der Ressourcenrelevanz erfolgte nach folgenden Gesichtspunkten:

- Heizwertbehaftete Inputströme wurden den energetisch bewerteten Ressourcen zugeordnet. Sie werden mit ihrem unteren Heizwert (nach erneuerbar/nicht erneuerbar unterschieden) und zusätzlich mit einer Veredelungsenergie (nicht erneuer-

bar) bewertet. Die Veredelungsenergie wurde dadurch ermittelt, daß der Inputstrom einer materialspezifischen Veredelungsstufe bzw. -klasse zugeordnet wird, für die jeweils ein einheitlicher mittlerer Wert für die massenspezifische Veredelungsenergie durch ingenieurgemäße Abschätzung ermittelt wird. Als materialspezifisch wurden z.B. drei unterschiedlich hoch veredelte Raffinerie(folge)produktklassen unterschieden.

- Nicht brennwertbehaftete Inputströme wurden bezüglich ihrer immanenten Veredelungsenergie abgeschätzt und diese der Kennzahl für nicht erneuerbare, energetisch bewertbare Ressourcen zugeordnet.

A.1.3.1.3.2 Unvollständig bilanzierte Outputströme

Grundsätzlich handelt es sich bei solchen Stoffströmen um Sekundärrohstoffe, Sekundärenergie oder endgültig, evtl. nach Behandlung abzulagernde Abfälle. In einzelnen Fällen kann diese Kategorisierung nicht entschieden werden (z.B. Abfälle unbekannter Art).

Die Sekundärrohstoffe werden als abgegebene Ressourcen behandelt und den entsprechenden Kennzahlen der Ressourcen-Inanspruchnahme gutgeschrieben, und zwar nach den in Kapitel A.1.3.1.2.1 dargestellten Regeln.

Sekundärenergie (genutzte Abwärme oder Energieüberschuß, der in das öffentliche Netz eingespeist wird) wird als abgegebene energetische Ressource behandelt. Die Gutschriften berücksichtigen sowohl die eingesparten Ressourcen als auch die vermiedenen Emissionen und Abfälle, die durch Substitution konventionell erzeugter Energie durch die abgegebene Sekundärenergie in einem Referenzsystem entstehen.

Abfälle unbekannter Art oder Abfälle, deren weiterer Entsorgungspfad nur unzureichend bekannt ist, werden separat notiert, jedoch nicht in das System der 13 globalen Wirkkennzahlen aufgenommen.

So wurde beispielsweise die beladene Aktivkohle aus den wäßrigen Reinigungsanlagen als „Abfall zur Behandlung“ klassifiziert und konnte keiner der Wirkungskategorien „Siedlungsabfall“ oder „Sonderabfall“ zugeordnet werden. Unter der Annahme, daß die Aktivkohle energetisch verwertet wird, kann die Ergebnisrelevanz wie folgt abgeschätzt werden:

Energiewert der wasser- und ölbeladenen Aktivkohle: 8 MJ (Schätzwert),

Wirkungsgrad der Energieerzeugungsanlage: 0,8 (Schätzwert),

Substitutionsfaktor Primärenergieträger: 0,95 (Schätzwert)

=> Das Bilanzergebnis für die Anlagen W3 und W4 würde sich um 0,06 bis 0,17 Prozentpunkte verändern.

A.1.3.1.4 Wirkungskategorien, die nicht untersucht wurden

Das folgende Kapitel diskutiert weitere Wirkkenngrößen, die aus der Literatur bekannt sind, die aber in der hier angewendeten Methode ausdrücklich nicht berücksichtigt werden. Dabei soll zwischen zwei Arten von Kenngrößen unterschieden werden:

- Wirkkenngrößen, deren Ableitung aus „globalen" Sachbilanzgrößen nach der Auffassung der Autoren problematisch ist.
- Wirkkenngrößen, die nach Auffassung der Autoren generell nicht aus Sachbilanz-Ergebnissen abgeleitet werden können.

A.1.3.1.4.1 Wirkkenngrößen, deren Ableitung aus „globalen" Sachbilanzgrößen nach der Auffassung der Autoren problematisch ist

Flächenverbrauch

Flächenverbrauch in Folge von wirtschaftlichen Aktivitäten wird künftig in Europa und insbesondere in Deutschland als umweltrelevante Größe ohne Zweifel an Bedeutung gewinnen. Die Zuordnung des Flächenverbrauchs zu verschiedenen Stoffströmen stellt allerdings ein kaum lösbares Problem dar, insbesondere im Falle von Flächen, die vielfältig von unterschiedlichen Akteuren genutzt werden. Hinzu kommt, daß der Flächenverbrauch im allgemeinen in den verfügbaren Datensätzen nicht ausgewiesen wird.

Eine Quantifizierung dieser Wirkkategorie im Rahmen dieses Projektes war für die Teilbilanzräume Vor-/ Nachleistungen nicht möglich; daher wurde die Flächeninanspruchnahme bei der Wirkungsabschätzung für den Gesamtbilanzraum nicht betrachtet.

Für den räumlich begrenzten Teilbilanzraum Technisches Verfahren konnte der Flächenverbrauch ermittelt werden (vgl. Kapitel A.1.3.2.2).

Humantoxikologisches Wirkpotential

Während des Bearbeitungszeitraumes war kein wissenschaftlicher Konsens über die Vorgehensweise zur Ableitung eines humantoxikologischen Wirkpotentials abzusehen. Außerdem besteht nach wie vor das Problem, daß toxikologische Sachbilanzinformationen mit höchst unterschiedlicher Vollständigkeit vorliegen. Hinsichtlich der toxikologisch relevanten Sachbilanzdaten relativ gut dokumentierte Systeme würden deshalb automatisch ungünstiger abschneiden als andere. Diese Situation hinsichtlich der Datenbasis läßt es geboten erscheinen, auf die Auswertung von humantoxikologischen Wirkpotentialen vorerst zu verzichten.

Bildung von Photo-Oxidantien

Die Bildung bodennahen Ozons ist durch eine Reihe von Randbedingungen gesteuert, die prinzipiell nicht in Sachbilanzen dokumentiert sind. Der Versuch einer Quantifizierung dieses Wirkpotentials auf der Basis der „globalen“ Sachbilanzgrößen wäre mit einer erheblich höheren Unschärfe verbunden als bei den anderen Wirkungskategorien. Deshalb wird diese Kenngröße in der verwendeten Fraunhofer-Methode im Rahmen der Wirkungsabschätzung für den Gesamtbilanzraum nicht berücksichtigt.

Für den räumlich begrenzten Teilbilanzraum Technisches Verfahren wurde versucht, Annahmen bzgl. der wesentlichsten Randbedingungen zur Bildung von Photooxidantien zutreffen, so daß ein grober Richtwert abgeleitet werden kann (vgl. Kapitel A.1.3.2.1).

A.1.3.1.4.2 Wirkkenngrößen, die nicht aus Sachbilanzen abgeleitet werden können

Lärm: Die Quantifizierung von Lärm in einem System, das global verteilte Wirkpotentiale aufaddiert, ist nicht sinnvoll.

Geruch: Auch der Geruch eines globalen Untersuchungsraumes kann nicht sinnvoll als Summenparameter in einer Kenngröße quantitativ ausgewiesen werden.

Naturschutz (Artenvielfalt etc.): Diese Kenngröße ist aus Sachbilanzdaten nicht erschließbar.

Risiko nuklearer Störfälle: Diese Kenngröße kann aus Sachbilanzdaten nicht abgeleitet werden.

A.1.3.2 Wirkungsabschätzung für den Teilbilanzraum Technisches Verfahren

Die in diesem Projekt ermittelten potentiellen Umweltwirkungen, die vom Bilanzraum Technisches Verfahren ausgehen, sind in Tab. A-12 zusammengefaßt.

Wirkungsbereich		**Wirkungsparameter**
global/regional		■ Energie, erneuerbar ■ Energie, nicht erneuerbar ■ Mineralien ■ Wasserentnahme ■ Siedlungsabfall ■ Radioaktiver Abfall ■ Sonderabfall ■ Eutrophierungspotential ■ Versauerungspotential ■ GWP o ODP • Wirkfrachtpotential Atmosphäre • Wirkfrachtpotential Luft
regional/lokal		■ POCP
lokal	innerhalb des Betriebes	□□ Lärm □ Arbeitsplatzbelastung mit inhalativ toxischen Stoffen ◊ Abwärme ◊ Geruch
	außerhalb des Betriebes	■ Öko-Toxizität □ Flächeninanspruchnahme – Geruch – Lärm

Tab. A-12: Wirkungskategorien Bilanzraum Technisches Verfahren für den globalen und lokalen/regionalen Wirkungsbereich

Legende: ■ ausgewiesene Wirkkenngröße
□ ausgewiesene Wirkkenngröße ohne Bezug zur Nutzeneinheit
◊ qualitative Bewertung
o wegen ungenügender Datenlage nicht ausgewertet
• ausgewiesene Wirkkenngröße, die nicht zum Anlagenvergleich herangezogen wird
– nicht signifikant

A.1.3.2.1 Globale und regionale Wirkungskategorien

Für den Teilbilanzraum Technisches Verfahren werden die globalen/regionalen Wirkungskenngrößen betrachtet (Tab. A-12), wie sie im Kapitel A.1.3.1 für den Gesamtbilanzraum beschrieben sind.

A.1.3.2.2 Regional /lokale Wirkungskategorien

Als regional-/ lokal wirkende Umweltkategorie wird das Potential zur Bildung von Photooxidantien (POCP) ausgewiesen. Die Bedeutung und Einschränkung dieser Wirkungskategorie wird im folgenden dokumentiert.

A.1.3.2.2.1 Das POCP als Umweltkategorie

Die Abkürzung POCP steht für ***P**hotochemical **O**zone/**O**xidant **C**reation **P**otential*. Das POCP quantifiziert die Möglichkeit der Bildung der für den sogenannten Sommersmog (auch *Photosmog* oder *Smog vom Los Angeles-Typ*) verantwortlichen Stoffe (bodennahes Ozon, Oxidantien, PAN). Diese Stoffe sind u.a. für Irritationen der Atemwege und der Augen verantwortlich und haben darüber hinaus eine pflanzenschädigende Wirkung.

Emissionen leichtflüchtiger organischer Stoffe (**V**olatile **O**rganic **C**ompounds - halogeniert und nicht halogeniert) können photochemische Reaktionen eingehen, die zur Bildung derartiger Photooxidantien führen.

Zur Quantifizierung der möglichen Bildung von Photooxidantien und der damit verbundenen potentiellen Umweltauswirkungen kann das POCP herangezogen werden ([43], [56]). Es werden - wie bei der Berechnung anderer Wirkungspotentiale - Äquivalenzfaktoren genutzt, mit der die Masse einer Emission i multipliziert wird. Als Referenzsubstanz für die Bewertung der flüchtigen organischen Stoffe wird Ethen zugrunde gelegt und das Wirkungspotential in Ethenäquivalenten ausgedrückt. Die Bildung von Photooxidantien bzw. bodennahem Ozon wird, beschränkt auf den Teilbilanzraum Technisches Verfahren, für alle untersuchten Anlagen unter der Annahme einheitlicher Randbedingungen ausgewiesen. Damit ist für eine vergleichende Gegenüberstellung von POCP-Werten verschiedener Verfahren der industriellen Teilereinigung eine einheitliche Vergleichsbasis gegeben, das Potential zur Bildung von Sommersmog hängt allein von der Masse der emittierten leichtflüchtigen organischen Verbindungen ab.

Für die Gegenüberstellung der Verfahren ist nicht die absolute Größe einzelner POCP's, sondern die einheitliche Vorgehensweise und einheitliche Annahmen bei der Ermittlung der Werte ausschlaggebend.

Die verwendeten Äquivalenzfaktoren sind der Literatur entnommen [57] (Tab. A-13).

Es gibt neben dem POCP-Konzept auch weitere Konzepte zur Quantifizierung der Bildung von Photooxidantien, wie z.B. das MIR-Konzept (Maximale inkrementelle Reaktivität), welche hier allerdings nicht betrachtet werden [58].

Stoff	POCP-Äquivalent in C_2H_4/kg
Perchlorethen	0,035
Trichlorethen	0,075
Isoparaffine	0,62

Tab. A-13: POCP - verwendete Wirkungsfaktoren

Bei der Bildung eines Wirkpotentials für Photooxidantien können folgende Probleme identifiziert werden:

1. Die Bildung von Photooxidantien erfolgt, wenn die Parameter Sonnenstrahlung (UV- Strahlung), Kohlenwasserstoffkonzentration, Stickoxidkonzentration und Wetterlage zusammen in entsprechender Quantität und Qualität auftreten. Aussagen über die tatsächliche Bildung von Photooxidantien sind unsicher, wenn diese Randbedingungen nicht bekannt sind. Insbesondere wird darauf hingewiesen, daß der Einfluß der Stickoxide in dem Modell des POCP, abgesehen von der Annahme einer troposphärischen Hintergrundkonzentration, nicht berücksichtigt ist. So kann z.B. in Reinluftgebieten der Mangel an Stickoxiden die Bildung von Photooxidantien limitieren.
2. Die notwendige Aufschlüsselung von Kohlenwasserstoffemissionen in Einzelstoffe ist nicht über den gesamten Lebensweg in ausreichendem Maße möglich, da hierzu die entsprechenden Sachbilanzdaten fehlen. Weiterhin sind nicht für alle denkbaren Einzelstoffe Äquivalenzfaktoren bekannt und Stoffgruppen u.U. durch einen eigenen Äquivalenzfaktor charakterisiert.
3. Die Lebenszeit von VOCs ist unterschiedlich und schwankt zwischen Stunden und Wochen. Die angenommene Lebenszeit beeinflußt das Ergebnis stark.

A.1.3.2.2.2 Einbezug der Wirkungskategorie POCP

Der Einbezug der Wirkungskategorie POCP in die Auswertung der durchgeführten Verfahrensbilanzen wird - trotz bestehender Unsicherheiten - aus folgenden projektspezifischen und methodischen Gründen als notwendig erachtet:

1. Ein wichtiges Ziel des Projektes ist, die durch die Einführung der 2. BImSchV [59] verursachte Verschiebung von Umweltlastenpotentialen zu untersuchen, zu dokumentieren und zu bewerten. Insofern muß auch die mit Kohlenwasserstoff-Systemen verbundene Verschiebung der Umweltlasten untersucht werden. Offensichtlich mögliche Emissionen dürfen - wie bei den anderen Reinungssystemen - nicht vernachlässigt werden, gerade auch weil diese Anlagen nicht der Überwachungspflicht nach dem BImSchG (4. und 11. BImSchV) unterliegen und somit der technische Standard zur Emissionsminderung nicht derart weitgehend ist, wie dies bei Anlagen der Fall ist, die mit chlorierten Lösemitteln arbeiten.
2. Bodennahes Ozon als Folge der oben beschriebenen Reaktionen ist in der Bundesrepublik im Sommer ein relevantes Umweltproblem, wobei die Emission flüchtiger organischer Stoffe zu annähernd 40 % aus der Verwendung von Lösemitteln resultiert [60], [61]. Daß es sich hier um ein Wirkungsfeld von politischer Bedeutung für die Branche handelt, zeigt sich auch in der Erarbeitung

einer 'Richtlinie zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Stoffe durch die Verwendung organischer Lösemittel' (EU-Lösemittelrichtlinie) und den Anstrengungen der Bundesgremien zur Schaffung einer Faktenbasis für die Umsetzung dieser Richtlinie in nationales Recht.

A.1.3.2.3 Kategorien zur Beschreibung der Wirkungen am Arbeitsplatz und ihre Abbildungsvorschriften

A.1.3.2.3.1 Einführung

Die Bemühungen zur Wirkungsabschätzung im Rahmen von produktbezogenen Ökobilanzen hatten bisher hauptsächlich die Operationalisierung *globaler* Wirkungsparameter zum Ziel. Für lokale Parameter existieren daher nur wenige und teilweise umstrittene Ansätze zur Wirkungsabschätzung. Häufig wird aber gerade die fehlende Beschreibung lokaler (auch arbeitsplatzbezogener) human- und ökotoxikologischer Effekte als Schwachpunkt von Ökobilanzen gesehen.

Durch die Definition eines eigenständigen Bilanzraumes für das Technische Verfahren und seiner detaillierten Analyse besteht grundsätzlich die Möglichkeit, im Rahmen der Sachbilanz Parameter zu ermitteln, die die Voraussetzungen für eine lokale Wirkungsabschätzung schaffen.

Dabei ist der Bezug auf die Nutzeneinheit problematisch, wenn ihre Wirkungen nicht von Frachten sondern von Konzentrationen bzw. Zustandsgrößen (toxische Wirkungen, Schall) abhängen. In solchen Fällen wird bei der Wirkungsabschätzung im Bilanzraum Technisches Verfahren auf den Bezug zur Nutzeneinheit verzichtet.

A.1.3.2.3.2 Grundgedanken zur Auswahl und Interpretation lokaler Wirkungskategorien im Bilanzraum Technisches Verfahren

Lokale Wirkungen werden durch Emissionen verursacht, die einem spezifischen Ort zugeordnet werden können. Sie betreffen einen nahen, lokalen Bereich.

Die Auswahl und die Abbildung lokaler Wirkungskategorien richten sich nach den Zielstellungen des Projektes. Diese sind sowohl der Vergleich der Reinigungssysteme innerhalb einer Reinigungsaufgabenkategorie, als auch die Optimierung der Einzelverfahren. Daraus ergeben sich zwei relevante Fragen:

1. Welches Verfahren innerhalb einer Reinigungsaufgabenkategorie verursacht im Bilanzraum Technisches Verfahren insgesamt weniger Umweltauswirkungen (relative Aussagen)?
2. Wie bedenklich sind die lokalen Umweltauswirkungen vor Ort (absolute Aussagen)?

Bei der Gegenüberstellung der Reinigungssysteme muß berücksichtigt werden, daß die in der Sachbilanz ermittelten Werte sowohl verfahrensbedingt (z.B. CKW-Emission) als auch betriebsführungsbedingt (z.B. überhöhte CKW-Emission durch verkürzte Absaugzeiten) und ortsspezifisch (z.B. schlecht durchlüfteter Raum) sind.

Im Rahmen der Wirkungsabschätzung sollten Kennzahlen gebildet werden, die die unterschiedlichen Ursachen berücksichtigen bzw. qualifizieren und quantifizieren.

- Kennzahlen, die ortsspezifische Einflüsse weitgehend ausschließen, können zur vergleichenden Gegenüberstellung von Anlagen herangezogen werden.
- Kennzahlen, die relevante ortsspezifische Bedingungen erfassen, dürfen nicht zum Vergleich von Anlagen herangezogen werden, können aber Optimierungspotentiale aufzeigen.

In der Ergebnisdarstellung wird - soweit möglich - zwischen verfahrensbedingten, betriebsführungsbedingten und ortsspezifischen Wirkkenngrößen unterschieden.

A.1.3.2.3.3 Lokale Wirkungen außerhalb des Betriebes

Relevante lokale Wirkungen außerhalb des Betriebes (d.h. Wirkungen, die außerhalb des Betriebes/der Werkhalle auftreten) können folgende Parameter sein (s.a. [56]):

- (Öko-) Toxizität (akut, chronisch),
- Geruch,
- Lärm und
- Flächeninanpruchnahme.

Die lokale Ökotoxizität wird bereits durch die Parameter *Wirkfrachtpotential Atmosphäre* und *Wirkfrachtpotential Wasser* berücksichtigt. Die zu den lokalen Umweltauswirkungen außerhalb des Betriebes zählenden Parameter Geruch und Lärm werden im Rahmen dieses Projektes als nicht relevant eingestuft und darum nicht erfaßt.

Zudem wird angenommen, daß die Unterschiede der Umweltauswirkungen, die durch den Flächenverbrauch der jeweiligen Reinigungsanlagen verursacht werden, nicht signifikant sind. Aus diesen Gründen wird die Flächeninanspruchnahme nicht als lokaler Wirkungsparameter ausgewiesen. Allerdings ist die Angabe des Flächenverbrauches der Anlagen eine interessante Zusatzinformation für den Anwender. Sie wird daher zusammen mit den ökonomischen Größen ausgewiesen. Dabei erfolgt kein Bezug auf die Nutzeneinheit und keine Allokation, um eine direkt nutzbare Information zu erhalten. Es werden der Flächen- und Raumbedarf der Anlagen und der Peripherieanlagen angegeben.

A.1.3.2.3.4 Lokale Wirkungen innerhalb des Betriebes

Zur Beschreibung der lokalen Wirkungen innerhalb des Betriebes (Bilanzraum Technisches Verfahren) werden entsprechend der Datenlage die in Tab. A-14 zusammengefaßten Wirkungsparameter herangezogen.

In welcher Weise diese Parameter in die Wirkungsabschätzung einbezogen werden können, wird in den folgenden Kapiteln genauer behandelt.

Wirkungsparameter	Angabe
Abwärme in die Arbeitsumgebung	qualitativ
Geruchsbelastung am Arbeitsplatz	qualitativ
Lärmbelastung am Arbeitsplatz	arbeitsplatzbezogener Emissionswert L_{pAeq} [dB(A)]
Belastung am Arbeitsplatz durch toxische Stoffe	• für den Verfahrensvergleich anhand der mit NEC gewichteten emittierten Mengen bzw. Frachten; *Ergebnis: Summarisches, Kritisches Volumen*$_{Arbeitsplatz}$ *(KVA) für alle Emissionen i* • Aussagen zur absoluten Belastung am Arbeitsplatz anhand der mit NEC gewichteten, gemessenen Konzentrationen; *Ergebnis: Belastungszahl*$_{Arbeitsplatz}$ *(BZ) für die Emission i*

Tab. A-14: Auszuweisende, lokal wirkende Parameter des Bilanzraumes Technisches Verfahren

A.1.3.2.3.4.1 Abwärme in die Arbeitsumgebung

Wie in der Literatur üblich, kann die Abwärme als pro Nutzeneinheit abgegebene Energiemenge angegeben werden [43], [56], [10]. Dies ist allerdings kein Maß für die tatsächlich Temperaturbelastung am Arbeitsplatz, da die gefühlte Temperatur in Abhängigkeit von der Durchlüftung, der Jahreszeit, der Raumfeuchte usw. schwankt. Darüber hinaus ist die Belastung, die durch eine erhöhte Temperatur am Arbeitsplatz auftritt, ein subjektives Empfinden und kann nicht quantifiziert werden.

Aus vorgenannten Gründen wird die Abwärme innerhalb der Betriebsstätte nicht als lokale Wirkkenngröße berücksichtigt. Zur Beurteilung der gefühlten Temperatur wird jedoch die von der Reinigungsanlage ausgehende Wärmestrahlung nach einer Skala angenehm // nicht spürbar // eher unangenehm // sehr unangenehm beurteilt.

A.1.3.2.3.4.2 Geruchsbelastung am Arbeitsplatz

Durch das Bilanzierungsteam wird angegeben, ob ein charakteristischer Geruch wahrnehmbar ist. Falls ja, wird der Geruch qualitativ beschrieben und nach einer Skala kein merkbarer // leichter // unangenehmer // sehr unangenehmer Geruch eingeordnet.

A.1.3.2.3.4.3 Lärmbelastung am Arbeitsplatz

In [43] wird zur Abschätzung von potentiellen Schallauswirkungen über den gesamten Lebensweg eine Methode vorgeschlagen, die indirekt einen Bezug zur Nutzeneinheit herstellt. Zur Qualifizierung und Quantifizierung von Schallauswirkungen am Arbeitsplatz ist jedoch die Kenntnis des tatsächlichen Schalldruckpegels notwendig. Der Bezug zur Nutzeneinheit würde hier wichtige Informationen verdecken.

Die Behandlung der Schallemission am Arbeitsplatz erfolgt daher durch den "arbeitsplatzbezogener Emissionswert L_{pAeq}". Dies ist ein energieäquivalenter Dauerschallpegel, der in dB(A) angegeben wird. Die Messung erfolgt nach DIN 45635 über die Dauer eines Reinigungszyklusses.

Neben dem arbeitsplatzbezogenen Emissionswert L_{pAeq} werden Besonderheiten verbal beschrieben und gegebenenfalls durch Angabe des bei impulsartigen Geräuschen auftretenden maximalen Dauerschallpegels quantifiziert.

A.1.3.2.3.4.4 Belastung durch toxische Stoffe am Arbeitsplatz

Die Betrachtungen beschränken sich auf inhalativ toxische Stoffe. Zur Quantifizierung im Rahmen von Ökobilanzen können zwei prinzipielle Vorgehensweisen gewählt werden [56]:

(I) Die Gewichtung emittierter ***Mengen*** bzw. ***Frachten*** mit sogenannten 'No Effect Concentrations' (NEC).

(II) Der Vergleich von vorhergesagten oder gemessenen ***Konzentrationen*** in der Umwelt / am Arbeitsplatz mit NECs durch die Bildung eines Quotienten.

Mit Hilfe der ersten Möglichkeit kann der Einfluß örtlich spezifischer Randbedingungen (z.B. Volumen der Werkhalle, Durchlüftung, etc.) für den Vergleich von Reinigungssystemen ausgeschlossen werden.

Die zweite Möglichkeit erfaßt hingegen verfahrensbedingte, betriebsführungsbedingte und örtlich spezifische Randbedingungen.

Im Rahmen des Projektes wurden beide Ansätze konzeptionell umgesetzt und angewendet.

Gewichtung emittierter *Meng*en bzw. *Frachten* mit NEC:

Ziel ist die vergleichende Gegenüberstellung der Verfahren durch Quantifizierung des pro Nutzeneinheit (NE) entstehenden Wirkungspotentials. Es wird ein summarisches, Kritisches $\text{Volumen}_{\text{Arbeitsplatz}}$ für alle auftretenden Emissionen i berechnet, das die *potentielle* Belastung am Arbeitsplatz durch toxische Stoffe widerspiegelt:

$$KVA = \sum_i \frac{m_i}{NEC_i}$$

mit

KVA = kritisches Volumen Arbeitsplatz $[m^3 / NE]$

m_i = pro Nutzeneinheit emittierte Menge des Schadstoffes i $[mg / NE]$

NEC_i = No Effect Concentration des Schadstoffes i $[mg/m^3]$

$= f(MAK, TRK, LD_{50}, ADI, etc.)$

Die ermittelte Kenngröße läßt ortsspezifische Gegebenheiten, wie z.B. eine gute / schlechte Durchlüftung oder Verdünnung außer Betracht und ist somit spezifisch für das Verfahren und die Betriebsführung (Durchsatz, etc.).

Vergleich von gemessenen *Konzentrationen* am Arbeitsplatz mit NEC:

Ziel ist die Abschätzung des Gefährdungspotentials am Arbeitsplatz durch Vergleich der gemessenen Konzentration mit einer NEC durch die Bildung eines Quotienten. Es wird je Schadstoff i die Belastungszahl BZ_i gebildet.

Ergebnis ist das Verhältnis der gemessenen Konzentration zu dem zugehörigen No-Effect-Wert, z.B. dem MAK-Wert.

$$BZ_i = \frac{C_i}{NEC_i}$$

mit

BZ_i = Belastungszahl für Schadstoff i [dimensionslos]

C_i = gemessene Konzentrationen der Schadstoffe i, $[mg/m^3]$

Diese Kenngröße dient zur Abschätzung der Gefährdungspotentiale am jeweiligen Arbeitsplatz unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten, der Betriebsführung und der verfahrensspezifischen Gegebenheiten.

Durch eine Aggregation verschiedener Stoffe mit unterschiedlichen Eigenschaften und Toxizitätspotentialen kann eine einheitliche Größe ausgewiesen werden. Die Problematik besteht dabei i.d.R. in der Beschreibung und Einbeziehung komplizierter Effekte wie Schadstoffabbau, Verteilung und/oder Anreicherung in den Kompartimenten, Schadstoffaufnahme, unterschiedliche Wirkungen in Abhängigkeit von Schadstoff und Emissionsort etc. Für die Quantifizierung der Belastung am Arbeitsplatz durch toxische Stoffe vereinfacht sich dieses Problemfeld, da in einer Werkhalle kurze Transportwege des Schadstoffes zum Menschen und definierte Expositionszeiten angenommen werden können. Die oben erwähnten Effekte treten hier nicht oder nur sehr eingeschränkt auf.

Zur Ermittlung des kritischen $Volumens_{Arbeitsplatz}$ (KVA) und der Belastungszahl (BZ) wurden als ‘No Effect Concentrations’ für Tri- und Tetrachlorethen die zu Projektbeginn gültigen MAK-Werte verwendet (TRI: 270 mg/m^3, PER: 345 mg/m^3), für die nichthalogenierten Kohlenwasserstoffe der Luftgrenzwert-Wert (Kohlenwasserstoffgemische der Gruppe 1: 1000 mg/m^3).

A.1.3.3 Tabellarische Zusammenfassung der Abbildungsvorschriften

Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

Stoffliche Emission, Abgabe in die Atmosphäre	***Faktor***	***Kenngröße***	***Einheit***
Acetaldehyd (CH3-CHO);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Aceton (CH3-CO-CH3);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Aceton (CH3-CO-CH3);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Aldehyde (R-CHO);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Aldehyde (R-CHO);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Alkane;	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Alkene;	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Aluminium (Al);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Ammoniak (NH3);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Ammoniak (NH3);	*3.68*	*Eutrophierungspotential*	*Mol PO4 / kg*
Ammoniak (NH3);	*14.7*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Antimon (Sb);	*100*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Arsen (As);	*1000*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
BTEX-Aromaten;	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
BTEX-Aromaten;	*10*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Barium (Ba);	*10*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Benzo(a)pyren;	*1000*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Benzol (C6H6);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Benzol (C6H6);	*10*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Beryllium (Be);	*1000*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Blei (Pb);	*1000*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Brom (Br);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Butan (C4H10);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Buten (C4H8);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Cadmium (Cd);	*1000*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Chlor (Cl2);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure;	*13.72*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Chrom (Cr);	*100*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Cyanide;	*1000*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Dichlorethan (Cl2C2H4);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Dichlorethan (Cl2C2H4);	*10*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Dichlorethan (Cl2C2H4);	*100*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Dichlorethen (Cl2C2H2);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Dichlorethen (Cl2C2H2);	*5*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Dichlorethen (Cl2C2H2);	*10.15*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Dichlormethan (Cl2CH2);	*9*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Dichlormethan (Cl2CH2);	*10*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Dichlormethan (Cl2CH2);	*11.71*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Dioxine/Furane (PCDD/F);	*1000*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg TE*
Distickstoffmonoxid (N2O), Lachgas;	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Distickstoffmonoxid (N2O), Lachgas;	*310*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Essigsäure (CH3COOH);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Essigsäure (CH3COOH);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Ethan (C2H6);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Ethanol (C2H5OH);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Ethen (C2H4);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Ethin (C2H2);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Ethylbenzol (C6H5-C2H5);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Ethylbenzol (C6H5-C2H5);	*10*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Fluor (F2);	*10*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Fluorwasserstoff (HF);	*10*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Fluorwasserstoff (HF);	*25*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Formaldehyd (HCHO);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Formaldehyd (HCHO);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
H 1301 Halon;	*16*	*Ozone Depletion Potential*	*kg CFC11 / kg*
Heptan (C7H16);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Hexafluorethan (CF3CF3);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Hexafluorethan (CF3CF3);	*12500*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Hexan (C6H14);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Hexan (C6H14);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*

Iod (I);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Isoparaffine, Emission Arbeitsplatz, diffus;	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Isoparaffine, synthetische;	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Kobalt (Co);	*10*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle;	*1*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Kohlenmonoxid (CO);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Kohlenmonoxid (CO);	*2*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Kohlenwasserstoffe, aromatisch;	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Kohlenwasserstoffe, aromatisch;	*10*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Kupfer (Cu);	*10*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Lanthan;	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Mangan (Mn);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Mercaptane,	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Mercaptane,	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Metalle;	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Methan (CH4);	*21*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Methanol (CH3OH);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Methanol (CH3OH);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Molybdän (Mo);	*100*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
NMVOC, chlor., unspez.;	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
NMVOC, chlor., unspez.;	*9.80*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
NMVOC, chlor., unspez.;	*10*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
NMVOC, fluorchlor., unspez.; Em Atmosph.	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
NMVOC, fluorchlor., unspez.; Em Atmosph.	*9.80*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
NMVOC, fluorchlor., unspez.; Em Atmosph.	*10*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan;	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan;	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Nickel (Ni);	*10*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
PAK;	*10*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Pentan (C5H12);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Perchlorethylen (Tetrachlorethen (Cl4C2));	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Perchlorethylen (Tetrachlorethen (Cl4C2));	*5*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Perchlorethylen, Emission Arbeitsplatz, diffus;	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Perchlorethylen, Emission Arbeitsplatz, diffus;	*5*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Phenole;	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Phenole;	*100*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Phosphor (P);	*32.29*	*Eutrophierungspotential*	*Mol PO4 / kg*
Propan (C3H8);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Propen (C3H6);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Propionaldehyd;	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Propionsäure (CH3-CH2-COOH);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Propionsäure (CH3-CH2-COOH);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Quecksilber (Hg);	*1000*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Schwefeldioxid (SO2);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Schwefeldioxid (SO2);	*15.61*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Schwefeloxide (SOx);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Schwefeloxide (SOx);	*15.61*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Schwefelsäure (H2SO4);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Schwefelsäure (H2SO4);	*10.31*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Schwefelwasserstoff (H2S);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Schwefelwasserstoff (H2S);	*29.41*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Selen (Se);	*100*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Silizium (Si);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Stickstoffoxide (NOx);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Stickstoffoxide (NOx);	*1.36*	*Eutrophierungspotential*	*Mol PO4 / kg*
Stickstoffoxide (NOx);	*5.43*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Strontium (Sr);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
TOC, gesamter organischer Kohlenstoff;	*.69*	*Eutrophierungspotential*	*Mol PO4 / kg*
TOC, gesamter organischer Kohlenstoff;	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Testbenzine, Emission Arbeitsplatz, diffus;	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Testbenzine, Emission Arbeitsplatz, diffus;	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Testbenzine, entaromatisiert;	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Testbenzine, entaromatisiert;	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Tetrafluormethan (CF4), Kühlmittel FC 14;	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Tetrafluormethan (CF4), Kühlmittel FC 14;	*6300*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Thallium (Tl);	*1000*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Toluol (C7H8);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*

Toluol (C7H8);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Trichlorethylen, Emission Arbeitsplatz, diffus;	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Trichlorethylen, Emission Arbeitsplatz, diffus;	*5*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Trichlorethylen, Emission Arbeitsplatz, diffus;	*11.395*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Trichlorethylen;	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Trichlorethylen;	*5*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Trichlorethylen;	*11.395*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
VOC, flüchtige organ. Verbindungen;	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
VOC, flüchtige organ. Verbindungen;	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Vanadium (V);	*1000*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Vinylchlorid VC (Monomer);	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Vinylchlorid VC (Monomer);	*8*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Vinylchlorid VC (Monomer);	*10*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Xylol;	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Xylol;	*3*	*Global Warming Potential*	*kg CO2 / kg*
Zink (Zn);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Zinn (Sn);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*
Zirkonium (Zr);	*1*	*Wirkfrachtpotential Atmosphäre*	*kg / kg*

Stoffliche Emission, Abgabe über Wasser		***Kenngröße***	***Einheit***
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser	*10*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Aluminium (Al); Em. Wasser	*1*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Ammonium (NH4); Em. Wasser	*1*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Ammonium (NH4); Em. Wasser	*3.47*	*Eutrophierungspotential*	*Mol PO4 / kg*
Ammonium (NH4); Em. Wasser	*13.89*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Antimon (Sb); Em. Wasser	*100*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Arsen (As); Em. Wasser	*1000*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser	*.28*	*Eutrophierungspotential*	*Mol PO4 / kg*
Barium (Ba); Em. Wasser	*10*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Benzol (C6H6); Em. Wasser	*10*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Blei (Pb); Em. Wasser	*1000*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser	*.23*	*Eutrophierungspotential*	*Mol PO4 / kg*
Cadmium (Cd); Em. Wasser	*1000*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Chlor (Cl); Em. Wasser	*1*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Chrom (Cr); Em. Wasser	*1000*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Chrom VI (Cr); Em. Wasser	*1000*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Chrom-III (Cr); Em. Wasser	*1*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Cyanid (CN-); Em. Wasser	*1000*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
DOC, gelöster organischer Kohlenstoff; Em. Wasser	*.69*	*Eutrophierungspotential*	*Mol PO4 / kg*
Dichlorethan (Cl2C2H4); Em. Wasser	*10*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Dichlorethan (Cl2C2H4); Em. Wasser	*100*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Dichlorethen (Cl2C2H2); Em. Wasser	*10.15*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Dichlorethen (Cl2C2H2); Em. Wasser	*100*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Dichlormethan (Cl2CH2); Em. Wasser	*10*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Dichlormethan (Cl2CH2); Em. Wasser	*11.71*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Eisen (Fe); Em. Wasser	*1*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Ethylbenzol (C6H5-C2H5); Em. Wasser	*10*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Fette und Öle; Em. Wasser	*1*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Fluorid (F-); Em. Wasser	*10*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Gesamt-Phosphor (P); Em. Wasser	*32.29*	*Eutrophierungspotential*	*Mol PO4 / kg*
Iod (I); Em. Wasser	*1*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Kobalt (Co); Em. Wasser	*100*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser	*1*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser	*10*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Kohlenwasserstoffe, halogeniert; Em. Wasser	*9.80*	*Versauerungspotential*	*Mol SO2 / kg*
Kohlenwasserstoffe, halogeniert; Em. Wasser	*10*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Kupfer (Cu); Em. Wasser	*1000*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Mangan (Mn); Em. Wasser	*1*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Metalle; Em. Wasser	*1*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Molybdän (Mo); Em. Wasser	*1*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Nickel (Ni); Em. Wasser	*100*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Nitrat (NO3-); Em. Wasser	*1.01*	*Eutrophierungspotential*	*Mol PO4 / kg*
PAK; Em. Wasser	*1000*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Phenole; Em. Wasser	*100*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Phosphat (PO4 3-); Em. Wasser	*10.53*	*Eutrophierungspotential*	*Mol PO4 / kg*
Phosphate (als P2O5 (Phosphor(V)-oxid)); Em. Wasser	*14.09*	*Eutrophierungspotential*	*Mol PO4 / kg*

Phosphor (P); Em. Wasser	*32.29*	*Eutrophierungspotential*	*Mol PO_4 / kg*
Quecksilber (Hg); Em. Wasser	*1000*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Schwefel (S); Em. Wasser	*31.25*	*Versauerungspotential*	*Mol SO_2 / kg*
Schwefelwasserstoff (H_2S); Em. Wasser	*1*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Schwefelwasserstoff (H_2S); Em. Wasser	*29.41*	*Versauerungspotential*	*Mol SO_2 / kg*
Selen (Se); Em. Wasser	*100*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Silber (Ag); Em. Wasser	*100*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Stickstoff (N), org. gebunden; Em. Wasser	*4.46*	*Eutrophierungspotential*	*Mol PO_4 / kg*
Stickstoff (N); Em. Wasser	*4.46*	*Eutrophierungspotential*	*Mol PO_4 / kg*
Stickstoffverbindungen als N; Em. Wasser	*4.46*	*Eutrophierungspotential*	*Mol PO_4 / kg*
Sulfid (SO_3); Em. Wasser	*1*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Sulfite; Em. Wasser	*1*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Säure (H^+); Em. Wasser	*500*	*Versauerungspotential*	*Mol SO_2 / kg*
TOC; Em. Wasser	*.69*	*Eutrophierungspotential*	*Mol PO_4 / kg*
Toluol (C_7H_8); Em. Wasser	*10*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Tributylzinn; Em. Wasser	*1000*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Trichlorethylen; Em. Wasser	*11.396*	*Versauerungspotential*	*Mol SO_2 / kg*
Trichlorethylen; Em. Wasser	*100*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Vanadium (V) Em. Wasser	*10*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Xylol; Em. Wasser	*10*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*
Zink (Zn); Em. Wasser	*100*	*Wirkfrachtpotential Wasser*	*kg / kg*

Rohstoff, fossil	**Faktor**	**Kenngröße**	**Einheit**
Rohbraunkohle	*8.3*	*Energie, nicht erneuerbar*	*MJ / kg*
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg)	*8.324*	*Energie, nicht erneuerbar*	*MJ / kg*
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg)	*8.795*	*Energie, nicht erneuerbar*	*MJ / kg*
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg)	*9.5*	*Energie, nicht erneuerbar*	*MJ / kg*
Roherdölgas; Rohstoff, fossil	*40*	*Energie, nicht erneuerbar*	*MJ / kg*
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m^3)	*33.8*	*Energie, nicht erneuerbar*	*MJ / m^3*
Rohgas (Hu: 36,6 MJ/m^3)	*36.6*	*Energie, nicht erneuerbar*	*MJ / m^3*
Rohgas; Rohstoff fossil	*35.8*	*Energie, nicht erneuerbar*	*MJ / m^3*
Rohsteinkohle	*29.3*	*Energie, nicht erneuerbar*	*MJ / kg*
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg)	*22.6*	*Energie, nicht erneuerbar*	*MJ / kg*
Rohöl in der Lagerstätte	*42.6*	*Energie, nicht erneuerbar*	*MJ / kg*

Rohstoff, mineralisch	**Faktor**	**Kenngröße**	**Einheit**
Barit; Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Bauxit; Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Bentonit; Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Blei (Pb); Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Calziumsulfat ($CaSO_4$), Gips; Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Dolomit; Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Flußspat; Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Kaliumchlorid (KCl); Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Kalkstein ($CaCO_3$); Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Kies; Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Kupfer (Cu); Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Olivin; Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Phosphaterz; Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Primärenergieäquivalent Uranerz; Rohstoff, mineralisch	*3.6*	*Energie, nicht erneuerbar*	*MJ / kWh*
Rohkalium; Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Rohphosphat; Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Rohstoff Sand; Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Schiefer; Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Schwefel (S); Rohstoff; mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Ton; Rohstoff, mineralisch	*1*	*Mineralien*	*kg / kg*
Uranerz; Rohstoff, mineralisch	*406228.221*	*Energie, nicht erneuerbar*	*MJ / kg*

Rohstoff, regenerativ	**Faktor**	**Kenngröße**	**Einheit**
Rohstammholz Kiefer; Rohstoff, regenerativ	*15*	*Energie, erneuerbar*	*MJ / kg*
Rohstammholz; Rohstoff, regenerativ	*15*	*Energie, erneuerbar*	*MJ / kg*
Rohstoff Biomasse	*15*	*Energie, erneuerbar*	*MJ / kg*

Wasserentnahme aus der Umwelt	**Faktor**	**Kenngröße**	**Einheit**

Kühlwasser; H2O-Entnahme	.001	Wasserentnahme	m³ / kg
Meerwasser (Prozeßwasser); H2O-Entnahme	.001	Wasserentnahme	m³ / kg
Prozeßwasser; H2O-Entnahme	1	Wasserentnahme	m³ / m³
Trinkwasser; H2O-Entnahme	.001	Wasserentnahme	m³ / kg
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme	1	Wasserentnahme	m³ / m³

Methodenbedingt nicht weiterverfolgte Größen

Minorkomponente	Faktor	Kenngröße	Einheit
Aktivkohle in Kartuschen (Netto-Gewicht); Minork.	37	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kg
Aktivkohle; Minork.	37	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kg
Ammoniak (NH3); Minork.	33	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kg
Argon (Ar); Minork.	10	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kg
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork.	2	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kg
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork.	10	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kg
Ethanol (C2H5OH); Minork.	29.9	Energie, erneuerbar	MJ / kg
Ethanol (C2H5OH); Minork.	30	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kg
Kaliumchlorid (KCl); Minork.	2	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kg
Kalkstein (CaCO3); Minork.	2	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kg
Mineralien, unspezifiziert; Minork.	1	Mineralien	kg / kg
Natriumhypochlorid; Minork.	10	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kg
Natronlauge (NaOH); Minork.	10	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kg
Polycarbonsäure; Minork.	20	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kg
Sauerstoff (O2); Minork.	10	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kg
Schwefelsäure (H2SO4); Minork.	10	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kg
Stickstoff (N2); Minork.	10	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kg
Wasserstoff (H2); Minork.	152	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kg

Sekundärrohstoff	Faktor	Kenngröße	Einheit
Klärschlamm, behandelt, 60% TS, atro; SeRo	8.20	Energie, erneuerbar	MJ / kg
REA-Gips; SeRo	2	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kg
Restholz; SeRo	15	Energie, erneuerbar	MJ / kg

Sekundärenergie	Faktor	Kenngröße	Einheit
Abwärme; Sekundärenergie	1	Energie, nicht erneuerbar	MJ / MJ
Energie, elektrisch; Sekundärenergie	-.679	Global Warming Potential	kg CO2 / kWh
Energie, elektrisch; Sekundärenergie	-.00822	Versauerungspotential	Mol SO2 / kWh
Energie, elektrisch; Sekundärenergie	-.00105	Wirkfrachtpotential Atmosphäre	kg / kWh
Energie, elektrisch; Sekundärenergie	-.000558	Eutrophierungspotential	Mol PO4 / kWh
Energie, elektrisch; Sekundärenergie	-.000268	Siedlungsabfall	kg / kWh
Energie, elektrisch; Sekundärenergie	-1.65E-6	Wirkfrachtpotential Wasser	kg / kWh
Energie, elektrisch; Sekundärenergie	-4.25E-7	Sonderabfall	kg / kWh
Energie, elektrisch; Sekundärenergie	-1.56E-8	Radioaktiver Abfall	m³ / kWh
Energie, elektrisch; Sekundärenergie	.0612	Wasserentnahme	m³ / kWh
Energie, elektrisch; Sekundärenergie	.188	Energie, erneuerbar	MJ / kWh
Energie, elektrisch; Sekundärenergie	10.9	Energie, nicht erneuerbar	MJ / kWh
Ofenwärme; Sekundärenergie	-.110227	Global Warming Potential	kg CO2 / MJ
Ofenwärme; Sekundärenergie	-.004517	Versauerungspotential	Mol SO2 / MJ
Ofenwärme; Sekundärenergie	-6.9587E-4	Wirkfrachtpotential Atmosphäre	kg / MJ
Ofenwärme; Sekundärenergie	-8.5129E-5	Eutrophierungspotential	Mol PO4 / MJ
Ofenwärme; Sekundärenergie	-7.0342E-13	Radioaktiver Abfall	m³ / MJ
Ofenwärme; Sekundärenergie	6.1654E-8	Wasserentnahme	m³ / MJ
Ofenwärme; Sekundärenergie	.000118421	Energie, erneuerbar	MJ / MJ
Ofenwärme; Sekundärenergie	1.056	Energie, nicht erneuerbar	MJ / MJ

Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

Wassereinsatz	Faktor	Kenngröße	Einheit
Betriebswasser; Vorpr./Prod.	1	Wasserentnahme	m³ / m³
Trinkwasser; Vorpr./Prod.	.001	Wasserentnahme	m³ / kg

Energiebedarf	Faktor	Kenngröße	Einheit
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³)	40	Energie, nicht erneuerbar	MJ / m³

Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³)	*16*	*Energie, nicht erneuerbar*	*MJ / m³*
Strom aus sonstigen Brennstoffen	*12*	*Energie, nicht erneuerbar*	*MJ / kWh*
Strom aus sonstigen Gasen	*12*	*Energie, nicht erneuerbar*	*MJ / kWh*
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM)	*4.444*	*Energie, erneuerbar*	*MJ / kWh*
Wasserkraft	*1*	*Energie, erneuerbar*	*MJ / MJ*

Abfall zur Entsorgung	***Faktor***	***Kenngröße***	***Einheit***
Abfall a. Herst. Korrosionsschutz.2 W6, unspezifiziert; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. Herst. Korrosionsschutz1 W6, hausmüllähnl.; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. Herst. Korrosionsschutz1 W6, unspezifiziert; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. Herst. Passivierungsmittel W4, hausmüllähnl.; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. Herst. Passivierungsmittel W4, unspezifiziert; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Builder W4, hausmüllähnl.; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Builder W4, mineralisch; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Builder W4, unspezifiziert; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Builder W6, hausmüllähnl.; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Builder W6, mineralisch; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Builder W6, unspezifiziert; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Komplexbildner W2, hausmüll.; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Komplexbildner W2, unspez.; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Natriumchlorid, hausmüllähnl.; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Natriumchlorid, unspezifiziert; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Natriumhydroxid, hausmüllähnl.; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Natriumhydroxid, unspez.; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen, hausmüllähnl.; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen, unspezifiziert; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W1, anorganisch; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W1, hausmüllähnl.; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W1, organisch; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W1, unspezifiziert; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W2, hausmüllähnl.; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W2, unspezifiziert; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W3, hausmüllähnl.; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W3, unspezifiziert; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W5, hausmüllähnl.; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W5, mineralisch; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W5, organisch; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W5, unspez.; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Salzsäure 30%, hausmüll.; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Salzsäure 30%, unspez.; AzB	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*
Abfall a. d. Herstellung Tensid W4,	*1*	*Siedlungsabfall*	*kg / kg*

hausmüllähnl.; AzB			
Abfall a. d. Herstellung Tensid W4, unspezifiziert; AzB	1	Siedlungsabfall	kg / kg
Abfall a. d. Herstellung Tensid W6, hausmüllähnl.; AzB	1	Siedlungsabfall	kg / kg
Abfall a. d. Herstellung Tensid W6, unspez.; AzB	1	Siedlungsabfall	kg / kg
Abfall a. d. Herstellung Trichlorethylen, hausmüllähnl.; AzB	1	Siedlungsabfall	kg / kg
Abfall a. d. Herstellung Trichlorethylen,unspezifiziert; AzB	1	Siedlungsabfall	kg / kg
Abfall a. d. Herstellung entaromat. Testbezine, unspez.; AzB	1	Siedlungsabfall	kg / kg
Abfall a. d. Herstellung synth. Isoparaffine, unspez.; AzB	1	Siedlungsabfall	kg / kg
Abfall a. d. Wasservollentsalzung, unspezifiziert; AzB	1	Siedlungsabfall	kg / kg
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB	1	Siedlungsabfall	kg / kg
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie	1	Siedlungsabfall	kg / kg
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie	1	Siedlungsabfall	kg / kg
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie	1	Siedlungsabfall	kg / kg
Abfall aus Urangewinnung; SAD	1	Sonderabfall	kg / kg
Abfall aus der Wasservollentsalzung, hausmüllähnl.; AzB	1	Siedlungsabfall	kg / kg
Abfall C, Aktivkohle, beladen; Abfall TV	1	Sonderabfall	kg / kg
Abfall C4, Molsorber (Adsorbereinheit, beladen); Abfall TV	1	Sonderabfall	kg / kg
Abfall, hochradioaktiv; AzB	1	Radioaktiver Abfall	m³ / m³
Abfall, mittelradioaktiv; AzB	1	Radioaktiver Abfall	m³ / m³
Abfall, schwachradioaktiv; AzB	1	Radioaktiver Abfall	m³ / m³
Abfall W4 (Destillenschlamm), Sonderabfall; Abfall TV	1	Sonderabfall	kg / kg
Aschen und Schlacken; AzB	1	Siedlungsabfall	kg / kg
Klärschlamm, behandelt,zur Dep., 60% TS, atro; AzB	1	Siedlungsabfall	kg / kg
Raffinerieschlamm/ Bilgenöl, Sonderabfall; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Schwermetalle, radioaktiv; AzB	.000111	Radioaktiver Abfall	m³ / kg
Sondermüll a. H2O-Vollentsalzung; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung Builder W4; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung Builder W6; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung Komplexbildner W2; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung Korrosionsschutz1 W6; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung Natriumchlorid; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung Natriumhydroxid; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung Passivierungsmittel W4; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung Perchlorethylen; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung Reiniger W1; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung Reiniger W2; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung Reiniger W3; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung Reiniger W5; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung Salzsäure 30%; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung Tensid W4; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung Tensid W6; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung Trichlorethylen; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung entaromat. Testbenzine; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg
Sondermüll a. d. Herstellung synth. Isoparaffine; AzB	1	Sonderabfall	kg / kg

A.2 Systemkostenanalyse

A.2.1 Motiv und Zielstellung der Systemkostenanalyse

Ein Ziel des Projektes „Ganzheitliche Bilanzierung/Bewertung von Reinigungs-/ Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung“ besteht darin, Methoden zur Bewertung der Umweltverträglichkeit unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit darzustellen und an konkreten Anlagenbeispielen anzuwenden.

Im einzelnen waren in diesem Zusammenhang folgende Ergebnisse zu erarbeiten:

- die Entwicklung einer spezialisierten Methodik für die Durchführung von Systemkostenanalysen für Verfahren (Verantwortlich: Fraunhofer IVV),
- die Umsetzung dieser Methode in ein EDV-Programm (Verantwortlich: Fraunhofer IVV),
- die Erhebung spezifischer Daten zu ökonomischen Faktoren am Beispiel von folgenden drei alternativen Verfahren (Verantwortlich: FSU-Jena)
  - Reinigungsverfahren 1: Die Reinigung erfolgt auf Basis halogenierter Kohlenwasserstoffe (CKW).
  - Reinigungsverfahren 2: Die Reinigung erfolgt auf Basis nicht halogenierter Kohlenwasserstoffe (NHKW).
  - Reinigungsverfahren 3: Die Reinigung erfolgt auf Basis wäßriger Systeme.
- die Aufbereitung, die Validierung und die Implementation der Kostendaten für die Beispielanwendung im EDV-Programm (Verantwortlich: Fraunhofer IVV),
- die betriebswirtschaftliche Analyse der ökonomischen Faktoren unter Kosten-Nutzen-Gesichtspunkten (Verantwortlich: Fraunhofer IVV).

Im Rahmen dieses Projektes wurde festgelegt, daß sich die Systemkostenanalyse ausschließlich auf den Teilbilanzraum Reinigungsanlage beziehen soll und hierbei nicht einzelne Teilprozesse der Reinigung, sondern die Reinigung als Ganzes betrachtet werden soll.

Die entwickelte Methodik und das Softwareprogramm zur Erstellung einer Systemkostenanalyse dienen der Industrie als Werkzeug, mit dem speziell auch Verfahren zur Werkstück-Oberflächenbehandlung hinsichtlich der von ihnen verursachten ökonomischen Aspekte untersucht werden können. Die Systemkostenanalyse dient dagegen keinesfalls der Erstellung einer kostenwirtschaftlichen Betriebsbilanz.

A.2.2 Methodik

A.2.2.1 Systemdefinition und Vorgehensweise

Vor Beginn der Erstellung einer Systemkostenanalyse steht die Systemdefinition (analog zur Erstellung einer Sachbilanz). Dies beinhaltet die Definition der Fragestellung, die Festlegung des Untersuchungsobjektes sowie die Festlegung der funktionellen Einheit. Die Wahl der gleichen funktionellen Einheit für die Ökobilanz und für die Systemkostenanalyse gewährleistet, daß verschiedene Systeme sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht miteinander vergleichbar sind. Aus Gründen der Transparenz und auch für die spätere Festlegung des Bilanzraumes ist es wichtig zu erfahren, mit welchem Ziel ein bestimmtes Objekt untersucht wird.

Zu den grundlegenden Entscheidungen vor Beginn der Erstellung der Systemkostenanalyse gehört die Festlegung des Bilanzraumes bzw. des Untersuchungsrahmens für jedes zu untersuchende System in sachlicher, räumlicher und zeitlicher Hinsicht. Die Festlegungen zur Abgrenzung des Bilanzraumes sind unter Beachtung der zu beantwortenden Fragestellung zu treffen und transparent zu machen. Hierbei ist darauf zu achten, daß der ökonomische Bilanzraum in der Regel nicht mit dem ökologischen Bilanzraum übereinstimmt. In der Regel ist der ökonomische Bilanzraum ein Teilbilanzraum des ökologischen Bilanzraumes (Abb. A-20).

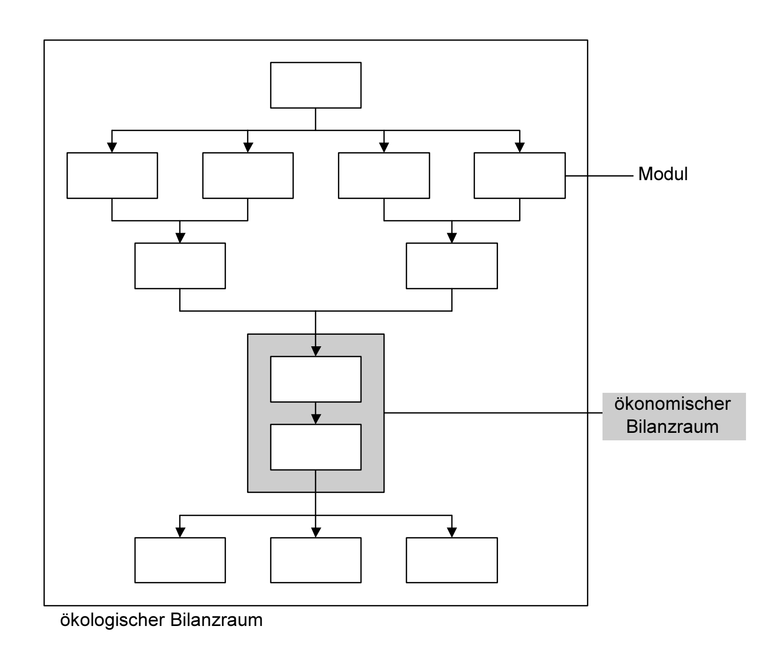


Abb. A-20: Ökologischer und ökonomischer Bilanzraum

Der ökonomische Bilanzraum wird in die zu untersuchenden Prozesse zerlegt (vgl. Abb. A-20). Im allgemeinen erfolgt die Prozeßgliederung analog zur Modulgliederung der ökologischen Analyse. Je nach Datenlage kann jedoch ein Prozeß auch andere oder mehrere Anlagen oder Teilanlagen umfassen. Wichtig ist dabei, daß der Umfang

eines jeden Prozesses genau beschrieben wird. Sämtliche Prozesse des ökonomischen Bilanzraumes werden schließlich zu einer Prozeßkette verknüpft.

Aufgrund der Bildung von Prozessen ist eine differenzierte und damit verursachungsgerechte Zuordnung der Kosten und Erlöse zu den jeweiligen Prozessen möglich. Hinsichtlich der Erfassung der Kosten und Erlöse für den festgelegten Untersuchungsrahmen sind Einschränkungen möglich (z.B. bestimmte Gemeinkosten bleiben unberücksichtigt). Bei Einschränkungen bezüglich des Untersuchungsrahmens ist allerdings darauf zu achten, daß diese für jedes der zu untersuchenden Systeme in gleichem Umfang erfolgen, um verschiedene Systeme miteinander in ihren Kosten und Erlösen vergleichen zu können.

Sinnvolle Vergleiche verschiedener Systeme bedingen die gleiche funktionelle Einheit und Einschränkungen von gleichem Umfang.

A.2.2.2 Kostenarten und Erlöse

Kostenarten

Die in einem zu untersuchenden System anfallenden ökonomisch zu bewertenden Aufwendungen werden den Kostenarten zugeordnet, wobei in der Betriebswirtschaftslehre folgendes darunter zu verstehen ist:

Materialkosten

Die Materialkosten umfassen die Kosten für den Verbrauch an Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen. Zu den Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen zählen die Stoffe, die mit der Produktion eines Fabrikates oder mit einer Dienstleistung zusammenhängen. Die einzelnen Stoffkategorien haben hierbei folgende Bedeutung:

- Rohstoffe sind Stoffe, die als Hauptbestandteil in die Fertigfabrikate eingehen.
- Hilfsstoffe sind Güter, die zwar auch Bestandteil der Fertigfabrikate werden, die aber wertmäßig oder mengenmäßig eine so geringe Rolle spielen, daß eine genaue Erfassung pro Stück unzweckmäßig ist.
- Betriebsstoffe werden bei der Produktion verbraucht, gehen aber nicht in das Fabrikat ein (z.B. Reiniger, Energie).

Die Materialkosten ergeben sich, indem der mengenmäßige Verbrauch an Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen mit den entsprechenden Preisen bewertet wird.

Personalkosten

Zu den Personalkosten zählen die Kosten, die durch den Produktionsfaktor Arbeit unmittelbar oder mittelbar entstanden sind.

Sie beinhalten die Löhne und Gehälter einschließlich der Sozialabgaben. Die Sozialabgaben bestehen aus den gesetzlichen und freiwilligen Sozialleistungen des Unternehmens z.B. Urlaubsgeld, Weihnachtsgratifikation.

Kapitalkosten

Unter Kapitalkosten versteht man die Kosten für den Einsatz von Industriegütern. Dazu zählen:

- Anlagen und Maschinen,
- Gebäude,
- Grundstücke.

Die betriebliche Nutzung der Industriegüter ist mit einer Wertminderung der Industriegüter verbunden. Mittels der kalkulatorischen Abschreibung wird diese Wertminderung als Kostenposition verrechnet.

Ferner zählen zu den Kapitalkosten auch die kalkulatorischen Zinsen auf das gesamte im Leistungserstellungsprozeß eingesetzte Kapital bzw. das betriebsnotwendige Kapital. Mit Hilfe der kalkulatorischen Zinsen werden die Kosten erfaßt, die das betriebsnotwendige Kapital verursacht, da es auch anderweitig gewinnbringend angelegt werden könnte. Die kalkulatorischen Zinsen stellen den entgangenen Gewinn dar.

Fremdleistungskosten (inkl. öffentl. Abgaben)

Zu den Fremdleistungskosten zählen alle Kosten, die einem Betrieb durch Leistungen entstehen, die er von anderen Wirtschaftseinheiten bezieht, mit Ausnahme der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe. Andere Wirtschaftseinheiten können in diesem Fall andere innerbetriebliche Abteilungen oder außerbetriebliche Bereiche sein. Folgende Fremdleistungskosten können unterschieden werden:

- Entsorgungskosten,
- Wartungs- und Instandhaltungskosten,
- Transportkosten für Güter- und Nachrichtenbeförderung,
- Gebühren, Steuern, Abgaben,
- Raumkosten: Miete, Pacht für die Überlassung von Immobilien sowie Kosten für Grundstücks- und Gebäudeleasing,
- besondere Fremdleistungskosten: Versicherungskosten, Kosten der Kreditinstitute für Sonderleistungen, Patente, Lizenzen, Rechts- und Beratungskosten (z.B. Prozeß- und Gerichtskosten, Sachverständigenhonorare).

Fremdleistungen, die für den festgelegten Bilanzraum relevant sind, werden analog zu den anderen bilanzraumgrenzüberschreitenden Größen (z.B. Materialkosten) mit Preisen bewertet.

Erlöse

Bei der Erstellung der Systemkostenanalyse werden neben den Kosten auch die Erlöse, die ein Betrieb zusätzlich z.B. durch den Verkauf von Sekundärrohstoffen erzielt, einbezogen, da auch diese Erlöse einen signifikanten Einfluß auf die Gesamtergebnisbetrachtung haben können.

A.2.2.3 Zuordnung der Kosten und Erlöse zu Kosten- bzw. Erlöskategorien

Die in einem zu untersuchenden System anfallenden Kosten und Erlöse werden den Kosten- bzw. Erlöskategorien zugeordnet. Es erfolgt damit eine Einteilung der Kosten und Erlöse in variable und fixe Kosten bzw. Erlöse.

Variable Kosten und Erlöse sind durchsatzabhängige Kosten bzw. Erlöse, während Fixkosten und Fixerlöse zeitabhängige aber durchsatzunabhängige Größen sind.

Zu beachten ist hier jedoch, daß gewisse Kosten (und die gebildeten Kostenarten) sowie gewisse Erlöse in einer bestimmten Entscheidungssituation variabel sein können, in einer anderen Entscheidungssituation aber Fixkosten bzw. Fixerlöse darstellen. Die Zuordnung der Kostenarten und Erlöse zu den fixen oder variablen Kosten bzw. Erlösen ist von der jeweiligen Entscheidungssituation abhängig. Dies läßt sich zum Beispiel anhand der Personalkosten aufzeigen. Für einen Produktionsbetrieb, der fünf Angestellte beschäftigt, sind die Personalkosten fix. Wird aufgrund einer Umsatzsteigerung, verbunden mit einer Produktionssteigerung, eine zusätzliche Person eingestellt, steigen die Personalkosten sprunghaft an und sind erneut für ein bestimmtes Beschäftigungsintervall konstant. Betrachtet man allerdings die Entwicklung der Kosten vom Beschäftigungsgrad 0 bis zur Grenze der Kapazität, so erkennt man den variablen Charakter der Personalkosten.

Nachfolgende Tabelle zeigt ein Beispiel für die Zuordnung der Kosten bzw. der daraus gebildeten Kostenarten und der Erlöse zu den Kosten- bzw. Erlöskategorien.

Kosten-/ Erlöskategorien:	**variable Kosten/Erlöse**	**fixe Kosten/Erlöse**
Kostenarten/Erlöse:		
Materialkosten	X	
Personalkosten		X
Kapitalkosten		X
Fremdleistungskosten	X	X
Erlöse	X	

Tab. A-15: Beispiel für die Zuordnung der Kostenarten und Erlöse zu den Kosten- bzw. Erlöskategorien

A.2.2.4 Übertragung der Kosten- und Erlöskategorien auf das Prozeßnetzwerk

Die Kosten und Erlöse müssen auf das im Bilanzraum festgelegte Prozeßnetzwerk übertragen werden. Dies stellt die Kopplung zwischen ökologischer und ökonomischer Analyse dar. Das Prozeßnetzwerk besteht aus Energie- und Stoffflüssen sowie aus Prozessen. Die Energie- und Stoffströme werden mengenmäßig in der Sach-Ökobilanz erfaßt.

Variable Kosten und Erlöse

Variable Kosten und Erlöse, die direkt energie- und stoffflußabhängig sind (Energie- und Stoffstromkosten bzw. -erlöse), werden den Energie- und Stoffströmen zugeordnet. Die variablen Kosten und Erlöse, die nicht einem einzelnen Stoff- oder Energiefluß zugeordnet werden können, sondern die für einen gesamten Prozeß mit allen seinen Input- und Outputflußgrößen beschrieben werden (variable Prozeßkosten und -erlöse) werden den jeweiligen Prozessen zugeordnet. Die beiden oben genannten Kostenkategorien ergeben zusammen die Summe der gesamten variablen Kosten.

Fixkosten und -erlöse

Die Fixkosten des Systems sind im Gegensatz zu den variablen Kosten nicht stoff- und energieflußabhängig, sondern zeitabhängig und werden ebenfalls, soweit möglich, den Prozessen zugeordnet (falls keine näheren Angaben vorliegen gegebenenfalls auch den Gesamtkosten des Systems).

Nachfolgende Tabelle faßt die Übertragung der Kosten- und Erlöskategorien auf das Prozeßnetzwerk nochmals zusammen.

Kostenkategorien	Übertragung auf das Prozeßnetzwerk	Zuordnung zu Prozeßkettenelement
variable Kosten/Erlöse	• direkt energie- und stoffflußabhängig • nicht direkt energie- und stoffflußabhängig	Flußgröße (Stoffe + Energie) Prozeß
Fixkosten/-erlöse	• zeitabhängig, energie- und stoffflußunabhängig	Prozeß

Tab. A-16: Kosten- und Erlöskategorien und ihre Übertragung auf das Prozeßnetzwerk

Die Umrechnung der Kosten/Erlöse auf die funktionelle Einheit erfolgt - wie für die Sachbilanzgrößen - automatisch durch das Softwaresystem.

A.2.3 Anwendung der methodischen Grundprinzipien auf die Fragestellung der Oberflächenreinigung

A.2.3.1 Gliederung des Bilanzraumes

In der Zielstellung wurde festgelegt, daß sich die Systemkostenanalyse ausschließlich auf die „Reinigungsanlage“ im Teilbilanzraum Technisches Verfahren beziehen soll. Bezogen auf diese Aufgabe wurde der Untersuchungsraum definiert. Bei der Erstellung der Systemkostenanalyse wurden die Kosten erfaßt, die ein Reinigungs-Anlagenbetreiber unter Berücksichtigung verschiedener Reinigungsverfahren zu tragen hat, reduziert um die ggf. zu erzielenden Erlöse, die dieser Anlagenbetreiber für Sekundärrohstoffe o.ä. erhält.

Nachfolgende Abbildung zeigt den Bilanzraum für die Systemkostenanalyse mit seinen kostenwirksamen Größen, wie er für die Fragestellung dieses Projekts definiert wurde.

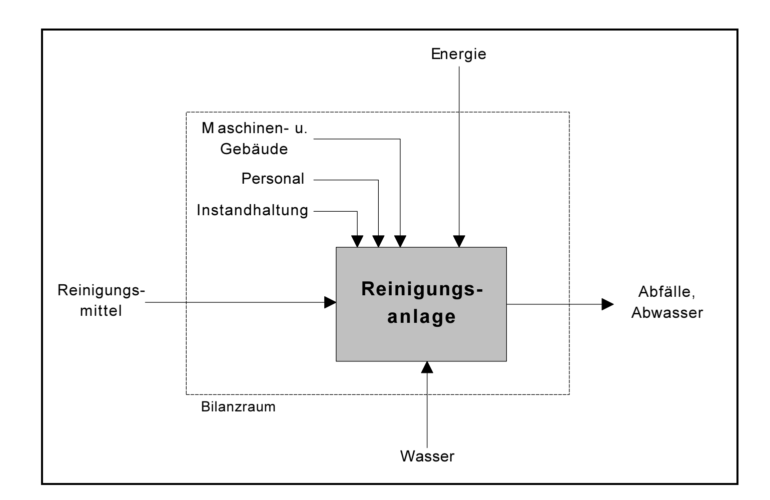


Abb. A-21: Bilanzraum für die Systemkostenanalyse der industriellen Teilereinigung

A.2.3.2 Datenherkunft und Datenqualität

Die Datenerhebung an der „Reinigungsanlage“ wurde vom Projektpartner Institut für Technische Chemie der Friedrich-Schiller-Universität (FSU) in Jena durchgeführt und die erhobenen Daten wurden dem Fraunhofer IVV zur Datenaufbereitung und -implementierung übergeben. Sämtliche bei der Erstellung der Systemkostenanalyse verwendeten Daten sind im Kapitel B.5.1 aufgeführt.

A.2.3.3 Zuordnung der angefallenen Kosten zu den Kostenkategorien

In keinem der zu betrachtenden Systeme waren Erlöse zu verbuchen. Die im untersuchten Bilanzraum angefallenen Kosten bzw. Kostenarten wurden den Kostenkategorien zugeordnet. Für die Zuordnung der Kostenarten zu den fixen oder variablen

Kosten, ergab sich für die vorliegende Fragestellung das in Tab. A-17 dargestellte Ergebnis.

Kostenkategorien:	variable Kosten	fixe Kosten
Kostenarten:		
Materialkosten	X	
Personalkosten		X
Kapitalkosten		X
Fremdleistungskosten	X	X

Tab. A-17: Zuordnung der angefallenen Kosten zu den Kostenkategorien

A.2.4 Standard-Ergebnisprotokoll der Systemkostenanalyse

Im Standard-Ergebnisprotokoll wird die Differenz der Erlöse und Kosten und damit das Gesamtergebnis der Systemkostenanalyse ausgewiesen. Das Grundprinzip, das angewandt wurde, ist folgendes:

- Kosten sind in Anlehnung an die buchhalterische Praxis negative Größen,
- Erlöse werden als positive Größen notiert,
- das Gesamtergebnis ergibt sich als: Summe der Erlöse - Summe der Kosten, d.h. als Gesamtsumme der Werte unter Berücksichtigung des Vorzeichens.

Zusätzlich werden die Kosten und Erlöse innerhalb des Standard-Ergebnisprotokolls in weiteren verschiedenen Abbildungstiefen aufgeführt.

Die zweite Abbildungsstufe stellt die Ausweisung der Summe der Fixkosten, der variablen Kosten, der Fixerlöse sowie die Summe der variablen Erlöse dar. Dem Standard-Ergebnisprotokoll können somit die Anteile der variablen Kosten und Erlöse und auch die Anteile der Fixkosten und -erlöse am Gesamtergebnis entnommen werden.

In der nächsten Abbildungsstufe ist die Summe der einzelnen Kostenarten mit ihren Anteilen an variablen Kosten und Fixkosten sowie die Erlöse mit ihren Anteilen an variablen Erlösen und Fixerlösen dargestellt.

Schließlich werden auch die einzelnen Kosten- und Erlösbezeichnungen (z.B. "Kosten für Reinigungsmittel", "Kosten für Abwasserreinigung") mit ihren Kosten- bzw. Erlösgrößen ausgewiesen.

Auf jeder der vier Detaillierungsstufen werden sämtliche Kosten- und Erlösgrößen auf die in der Bilanzierung festgelegte funktionelle Einheit und zusätzlich auch auf eine „Zeiteinheit“ (z.B. ein Jahr) bezogen berechnet.

Die nachfolgende Tabelle zeigt den Aufbau des Standard-Ergebnisprotokolls an einem Beispiel. "xxx" und "yyy" sind dabei stellvertretend für die konkreten Ergebniswerte eingesetzt.

Allgemeine Dokumentation

Prozeßkette:	**Reinigungsanlage C2**, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspezifisch
Definition der technischen Einheit:	1000 Stück Vergleichschargen (VC)
Betriebsstunden pro Jahr:	5700
Durchsatz pro Betriebsstunde:	21.34 Stück Vergleichschargen (VC)
Nutzungsdauer der Anlage:	10 Jahre

Teilbilanzraum "Reinigungsanlage"	DM pro 1000 VC	DM pro Jahr
Gesamtergebnis Reinigungsanlage	xxx	yyy
Fixkosten-/erlöse	xxx	yyy
variable Kosten/Erlöse	xxx	yyy
Materialkosten	xxx	yyy
variable Kosten / Erlöse	xxx	yyy
Fixkosten-/erlöse	xxx	yyy
Materialkosten gesamt	**xxx**	**yyy**
Personalkosten		
variable Kosten / Erlöse	xxx	yyy
Fixkosten-/erlöse	xxx	yyy
Personalkosten gesamt	**xxx**	**yyy**
Fremdleistungskosten		
variable Kosten / Erlöse	xxx	yyy
Fixkosten-/erlöse	xxx	yyy
Fremdleistungskosten gesamt	**xxx**	**yyy**
Kapitalkosten		
variable Kosten / Erlöse	xxx	yyy
Fixkosten-/erlöse	xxx	yyy
Kapitalkosten gesamt	**xxx**	**yyy**
Materialkosten		
Energie (Preis)	xxx	yyy
Betriebsstoff (Materialpreis)	xxx	yyy
...	...	...
Personalkosten		
Personal für die Reinigungsanlage	xxx	yyy
...	....	...
Fremdleistungskosten		
Abfallentsorgung	xxx	yyy
Abwasserentsorgung	xxx	yyy
Raummiete Anlagenbetrieb	xxx	yyy
...	...	
Kapitalkosten		
Abschreibung auf die Reinigungsanlage	xxx	yyy
kalk. Zinsen auf betriebsnotwendiges Kapital	xxx	yyy
...	...	...

Tab. A-18: Beispiel Ergebnisprotokoll für die Systemkostenanalyse

A.3 Literaturverzeichnis Kapitel A

[1] ISO TC 207 SC5 DIS 14041: Draft Jan. 3. 1997

[2] Projektgemeinschaft Lebenswegbilanzen; Teilbericht 1; Methode für Lebenswegbilanzen von Verpackungssystemen. Fraunhofer-Institut für Lebensmitteltechnolgoie und Verpackung, Freising, UBA Forschungsbericht 203 03220/04, Dez. 1996.

[3] Fraunhofer-ILV; Rahmenmethodik zur Produkt-Sachbilanzierung, FhG-WISA-Projekt Ökobilanzen, Freising. 1996

[4] Aggregierte Sach-Ökobilanzen für Frischmilch- und Bierverpackungen: Methodenbericht, Verpackungs-Rundschau 46 (1995) Nr. 3 und 5, techn.-wiss. Beilage.

[5] Heyde, M.; Kremer, M.: Recycling and Recovery of Plastics from Packagings in Domestic Waste - LCA-type Analysis of Different Strategies. Studie im Auftrag des Association of Plastics Manufacturers in Europe (APME) und Verband der kunststofferzeugende Industrie (VKE), 1998, nicht veröffentlicht

[6] Oetjen, E.; Ruhland, A.; Kreisel, G.; Hoffmann, E.; Striegel, G.; Finkbeiner, M.: Ökologische Bewertung von Reinigungsverfahren in der Industrie, Vortrag auf der Utech`97, Berlin, 17.-20.02.1997

[7] Chlorbestimmung nach Schoeninger: Microchimica Acta 1956, S. 869

[8] Fritsche, U., Leuchtner, L., Matthes, F.C., Rausch, L., Simon, K.-H.: Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) - Version 2.0, Endbericht. Hrsg.: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten, Wiesbaden. Darmstadt/Freiburg/Kassel/Berlin, Oktober 1992.

[9] Emissionserklärung für 1992 vom Bundesland Nordrhein-Westfalen. Statistisches Material von der Landesanstalt für Emissionsschutz Nordrhein-Westfalen zu den Emissionen der Betreiber von Großfeuerungsanlagen im Bundesland Nordrhein-Westfalen, Essen 1994.

[10] Frischknecht et. al.: Ökoinventare für Energiesysteme. Schlußbericht des BEW/NEFF-Forschungsprojektes "Umweltbelastung der End- und Nutzenergiebereitstellung". Erarbeitet im Auftrage des Bundesamtes für Energiewirtschaft und des Nationalen Energie-Forschungs-Fonds NEFF. 1. Auflage, Zürich, März 1994.

[11] Statistik der Energiewirtschaft 1992/93. Hrsg.: VIK Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V., Verlag Energieberatung GmbH, Essen 1994.

[12] Reichert, J., Eichhammer, W.: Untersuchung sektor- und branchenübergreifender Techniken zur Bereitstellung von Dampf und Heißwasser. Endbericht an die Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) im Rahmen des BMFT-Projektes IKARUS: "Instrumente für die Entwicklung von Strategien zur Reduktion energiebedingter Klimagasemissionen in Deutschland", Teilprojekt 8; Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, April 1993.

[13] IFU UND IFEU: umberto. Ein interaktives Programm zur Erstellung von Ökobilanzen auf der Basis von Stoffstromnetzen. Institut für Umweltinformatik Hamburg GmbH (ifu), Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu) (1996): Hamburg, Heidelberg

[14] Ökobilanz von Packstoffen: Schriftenreihe Umwelt Nr. 132. Schweizerisches Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, BUWAL (1991):, Bern, Schweiz

[15] Fritsche U. et al.: Umweltanalyse von Energiesystemen. Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS), Version 2.0. Im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Energie, Umwelt und Bundesangelegenheiten, Darmstadt, Kassel 1994

[16] Zweite allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Abfall) Teil 1: Technische Anleitung zur Lagerung, chemisch / physikalischen und biologischen Behandlung und Verbrennung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen vom 10. April 1990, GMBI 1990, S. 170

[17] Leisewitz, A., Schwarz, W., (1994): "Metalloberflächenreinigung mit CKW, NHKW und wäßrigen Reinigern". In: Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Natuschutz und Reaktorsicherheit.

[18] Deutscher Bundestag (1994): Chlorkohlenwasserstoffe (CKW)". Drucksache 12/8260. Bonn

[19] Umweltbundesamt (1996: "Sachstandsbericht zur Umsetzung der Verordnung über die Entsorgung gebrauchter halogenierter Lösemittel (HKWAbfV)". Berlin

[20] Altöl-Verordnung (AltölV) vom 27. Oktober 1987, BGBL. I S. 2335

[21] Engler, M., Suchomel, H.: Entsorgungswegweiser. Der große Katalog der Abfallstoffe mit allen Lagerungs- und Entsorgungsvorschriften. Hrsg. Forum Verlag Herkert GmbH, März 1997

[22] ATV-Fachausschuß 2.5, 2.6: Bemessung von einstufigen Belegungsanlagen ab 5000 Einwohnerwerten. ATV, Arbeitsblatt A131. St. Augustin: Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V. (ATV), 1991

[23] ATV-Fachausschuß: Leistungstabelle über Verfahren der wietergehenden Abwasserreinigung nach biologischer Behandlung. In: Korrespondenz Abwasser, Heft 4, 1984

[24] ATV/VKS-Fachausschuß 3.2: Maschinelle Schlammentwässerung, Stabilisation, Eindickung, Entwässerung, Konditionierung, Kompostierung. In: Korrespondenz Abwasser, Heft 5/87, 34. Jahrgang

[25] ATV: Phosphorbelastung deutlich verringert. ATV-Leistungsvergleich kommunaler Kläranlagen 1993. In: Korrespondenz Abwasser, 7/94.

[26] Klopp, R.: Gefährliche Stoffe bei der Indirekteinleitung. ATV-Bundestagung, Berichte der Abwassertechnischen Vereinigung, e.V. Nr. 44. Saarbrücken, 1994.

[27] Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH (Hrsg.): Abwassertechnologie. Entstehung, Ableitung, Behandlung, Analytik der Abwässer. Berlin Heidelberg New York London Paris: Springer-Verlag, 1988.

[28] Hegemann, W.: Leistungen der Verfahren zur weitergehenden Abwasserreinigung. 19. Abwassertechnisches Seminar, Berichte aus Wasserwirtschaft und Gesundheitsingenieurwesen, Technische Universität München. München: Hieronymus, Buchproduktions GmbH, 1989.

[29] Peter, A.: Praktische Erfahrungen mit der Stickstoff- und Phosphorelimination in den Berliner Klärwerken, In: 19. Abwassertechnisches Seminar, Weitergehende Abwasserreinigung, Stickstoff- und Phosphorelimination. Berichte aus Wassergütewirtschaft und Gesundheitsingenieurwesen. Technische Universität München 1989.

[30] Möller, U.: Anfall, Eigenschaften und Beschaffenheit von Rohschlämmen und biologische stabilisierten Klärschlämmen, 8. Karlsruher Flockungstage, ISWW, Universität Karlsruhe, 1994.

[31] Emde, W.: Bemessungsansätze zur biologischen und stickstoffoxidation und -elimination. In: 19. Abwassertechnisches Seminar. Weitergehende Abwasserreinigung, Stickstoff und Phosphorelimination. Berichte aus Wassergütewirtschaft und Gesundheitsingenieurwesen. Technische Universität München 1989.

[32] Wolf, P.; Schmidt, C.-M.: Ergebnisse einer Klärschlammstudie für eine Kläranlage der Größenordnung 100.000 EW. In: awt abwassertechnik, Heft 5, 1992, S. 5 ff.

[33] Böhnke, B.; Tianjing, L.: Organische Reststoffbelastung (AOX) im Ablauf von ein- und zweistufigen kommunal/gewerblichen Kläranlagen. In: awt, Abwassertechnik, Heft 2/1992.

[34] Meyer, H.: Optimierte Wertschöpfung aus Klärschlamm über die Energieverwertung. In: Bönke B. (Hrsg.): Klärschlamm, Rohstoff oder Schadstoff? 16. Essener Tagung 1983. Aachen 1984.

[35] Heyde, M.; Kremer, M.: Energy Recovery from Plastics Waste as an Alternative Plastics Waste as an Alternative Fuel in the Cement Industrie.

[36] Wirtschaftsorientierte strategische Allianz (WISA): "Branchenübergreifende Methodenentwicklung zur Bilanzierung und Bewertung der Umweltwirkungen von Produkten, Prozessen und technischen Systemen", Fh-ISI, Fraunhofer IVV, Fh-IUCT, Fh-ITA, Anlage 8: FhG-Ökobilanz "Neue Instrumente für breite Anwendung", Karlsruhe 1996

[37] HB-Datenbank, Version 1.1. vom Oktober 1995 auf CD-ROM, „Datenbank zum Handbuch für Emissionen des Straßenverkehrs“. Herausgeber: UBA Umweltbundesamt Berlin und INFRAS AG Bern/Schweiz.

[38] Heusch/Boesefeldt: „Ermittlung der Pkw und Nfz-Jahresfahrleistungen 1993 auf allen Straßen in der Bundesrepublik Deutschland. „FE-Nr. 9043/94. Herausgeber: Heusch/Boesefeldt GmbH, Aachen, 1995.

[39] Wirtschaftsorientierte Strategische Allianz der Fraunhofer Gesellschaft: Anwendung eines Input-Output-Modells für unberücksichtigte Bereiche in Sachbilanzen, 1996.

[40] PUROLIT Abschlußbericht "Ganzheitliche Bilanzierung und Bewertung von Verfahren der industriellen Teilereinigung", Teil C.1, Software und Manual, 1998

[41] Wirtschaftsorientierte Strategische Allianz "Ökobilanzen" der Fraunhofer Gesellschaft, Teilbereich Wirkungsanalyse, Methodenmanual; Fraunhofer-Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie, Dr. M. Herrchen, 1996

[42] UBA-Texte 52/95: Ökobilanz für Getränkeverpackungen, Teil A, Berlin 1995

[43] Heijungs R., Guinee J.B., Huppes G. et al. (1992) Environmental Life Cycle Assessment of Products, Guide (Part 1) and Backround (Part 2), Leiden, English Version 1993.

[44] Ahbe S., Braunschweig A., Müller-Wenk R. (1990), Methodik für Ökobilanzen auf der Basis ökologischer Optimierung. Schriftenreihe Umwelt Nr. 133. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern

[45] de Leeuw F.A.A.M. (1993), Assessment of the atmospehric hazards and risks of new chemicals: procedures to estimate hazard potential. Chemosphere 27, 1313 - 1328.

[46] Grennfelt P., Oysten H., Derwent D. (1994), Second Generation Abatement Strategies for NO_x, NH_3, SO_2 and VOCs, Ambio Vol. 23, 7, S.425 (Wert NH_3 reduziert).

[47] VNCI (1991) Association of the Dutch Chemical Industry (VNCI), Integrated Substance Chain Management. Status September 1991.

[48] IPCC (1995), Climate Change: Radiative Forcing of Climate Change. Draft. The 1995 Report of the Scientific Assessment Working Group of IPCC, WMO Genf

[49] IPCC (1995), Climate Change: The Science of Climate Change. Intergovernmental Panel of Climate Change 1996, University Press Chambridge, UK

[50] IPCC (1994), Radiative Forcing of the Climate Change - The 1994 Report of the Scientific Asessment Group of IPCC, Bracknell, UK

[51] VNCI (1991) Association of the Dutch Chemical Industry (VNCI), Integrated Substance Chain Management. Status September 1991

[52] BMU (1994), Dritter Bericht der Bundesregierung an den Deutschen Bundestag über Maßnahmen zum Schutz der Ozonschicht. - Bonn: S. 1-64

[53] Fischer et al. (1990), Model calculations of the relative effects of CFCs and their replacement on global warming. Nature, Vol 344, 513-516

[54] WMO (1994) World Meteorological Organization (WMO), Scientific Assessment of Ozone Depletion, Global Ozone Research and Monitoring Project No. 37 (1994.

[55] BMU (1994) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Maßnahmen zum Schutz der Ozonschicht, Drucksache 12/855.

[56] Klöpffer, W., Renner, I.: Methodik der Wirkungsbilanz im Rahmen von Produkt-Ökobilanzen unter Berücksichtigung nicht oder nur schwer quantifizierbarer Umwelt-Kategorien, UBA-Bericht Nr. 100 01 102, Berlin 1994

[57] Derwent, R.G., Jenkin, M.E., Saunders, S.M.: Photochemical Ozone Creation Potentials for a large number of reactive hydrocarbons under european conditions, Atmospheric Environment Vol. 30 (1996) 181 - 199

[58] Carter, W.P.L.: Evaluation of Atmospheric processes for Ozone formation from vehicle emissions, Report for the statewide air pollution research centre at the University of California, Riverside, Ca. USA, (1994)

[59] Novelle der zweiten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 10.11.1990, Bundesgesetzblatt I S. 2694 ff

[60] BMU: Umweltpolitik in Deutschland, Daten zur Umwelt, Berlin 1997

[61] Bericht der Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt - Bewertungskriterien und Perspektiven für umweltverträgliche Stoffkreisläufe in der Industriegesellschaft", Deutscher Bundestag, Bundesdrucksache 12/8260, Bonn 1994

A.4 Anhänge A: Werkzeuge

A.4.1 Handlungsanleitung zur Erstellung einer Bilanz

A.4.1.1 Teil A: Ökologische Analyse

A.4.1.1.1 Einführung

Die ökologische Analyse erfaßt in der Prozeßkette des Verfahrens die auftretenden Stoff- und Energieströme (Ressourcenverbräuche, Abfälle, Emissionen), ermittelt die daraus resultierenden Umweltbelastungen und wertet sie aus. Mit ihrer Hilfe werden Schlußfolgerungen zu den ökologischen Optimierungsmöglichkeiten (Schwachstellenanalyse) oder der ökologischen Einordnung eines Prozesses im Vergleich zu möglichen Alternativen getroffen. Eine ökologische Analyse setzt als ersten Schritt eine genaue Zieldefinition und die Festlegung des Untersuchungsrahmens (Bilanzraum) voraus. Daran schließen sich in der Regel als nächste Schritte die Sachbilanz, die Wirkungsabschätzung und die Auswertung an. Diese Grundstruktur ist das Ergebnis nationaler und internationaler Bemühungen zur Vereinheitlichung der Anforderungen an die Produkt-Ökobilanzen (DIN/ISO; SETAC), die auch auf Verfahren übertragen werden kann. Die abschließende Interpretation der Ergebnisse - im Kontext der ISO-Diskussion im Rahmen einer Auswertung - kann je nach Zielsetzung der Bilanz auch direkt bei den Ergebnissen der Sachbilanz ansetzen (dies muß allerdings bei der Formulierung der Zielsetzung bereits deutlich gemacht werden).

Die Arbeiten im Rahmen des vorliegenden Verbundprojektes hatten zum Ziel, durch Weiterentwicklung der Methoden für technische Verfahren der industriellen Teilereinigung einsetzbare Methoden und Werkzeuge für die ökologische Analyse zu entwickeln. Die nachstehend erläuterte Vorgehensweise baut auf den Ergebnissen dieses Projektes auf. Nachfolgend sind die Arbeitsschritte für die Durchführung einer ökologische Analyse genannt.

A.4.1.1.2 Definition der Zielstellung und des Untersuchungsrahmens

Vor Beginn der ökologischen Analyse sollten der Grund für die Erstellung der Studie, der Verwendungszweck und die Zielgruppe festgelegt werden. Beispiele für Anwendungen sind:

- Schwachstellenanalyse und ökologische Optimierung,
- Entscheidungshilfe für die strategische Planung,
- Instrument für Marketing, Werbung,
- Hilfe für Produktdesign und -entwicklung,
- Kundeninformation, Produktkennzeichnung,

- Kommunikationsinstrument gegenüber Behörden und Politik und
- Werkzeug zur Beurteilung unternehmensübergreifender Umweltfragen.

Bei den Zielgruppen kann zwischen externem und internem Gebrauch unterschieden werden. Außerdem muß geklärt werden, ob es sich um eine vergleichende Analyse (zwei oder mehrere Bilanzobjekte) oder eine Einzelanalyse handelt. Bei Vergleichen sollten eine Wirkungsabschätzung und Auswertung durchgeführt werden.

Eine genaue Definition des Bilanzobjektes und der funktionellen Einheit ist ebenso notwendig wie die Beschreibung des Untersuchungsrahmens. So sollte festgehalten werden, ob es sich um eine vollständige ökologische Analyse handelt oder ob eine eingeschränkte Betrachtungsweise je nach Zielsetzung und Festlegung (z.B. Beschränkung auf bestimmte Umweltproblemfelder bzw. Untersuchung nur von Teilaspekten) der Prozeßkette gewählt worden ist.

Des weiteren sollten die Anforderungen an die Qualität der benötigten Sachbilanzdaten benannt werden. Dabei sind die Genauigkeit, die Repräsentativität, die Zuverlässigkeit und die Vollständigkeit wichtige Aspekte. Abhängig von der Fragestellung der ökologischen Analyse ist zu klären, ob überwiegend allgemeine Daten oder mehr spezifische Daten erforderlich sind. Auch die aus der Sicht der Wirkungsabschätzung benötigten Detailangaben sollten an dieser Stelle festgelegt werden. Die Möglichkeit der späteren Veröffentlichung der Daten sollte ebenfalls zu Beginn der Studie diskutiert werden.

Außerdem sollte geklärt werden, ob die Ergebnisse der Studie überprüft werden sollen (Critical Review) und wie dies gestaltet wird. Dies ist vor allem für Vergleiche notwendig. Je nach Zielstellung und Verwendungszweck sind folgende Verfahren anzuwenden:

- Interne Begutachtung,
- Externe Begutachtung und
- Begutachtung durch externe Experten und Interessengruppen.

A.4.1.1.3 Strukturierung der Prozeßketten und Datenerhebung

Aus der Definition der Bestandteile der zu untersuchenden Prozeßkette ergibt sich die Liste der zu betrachtenden Prozesse für das Verfahren selbst und für dessen Vor- und Nachketten. Diese Prozesse sind nun gemäß den Methodenregeln bzgl. der Abschneidekriterien, dem Teilbilanzkonzept und den Einsatzbedingungen zu strukturieren. Dazu wir die Prozeßkette in Module zergliedert; die so gebildeten Module interagieren über ihre zugehörigen Input- und Outputströme und bilden ein zusammenhängendes Modul-Netzwerk.

Als Hilfsmittel bei der Erarbeitung solcher modularer Strukturen hat sich die Visualisierung mittels Stofffflußdiagrammen bewährt. Hierzu bietet die Software PUROLIT [40] Unterstützung.

Die Strukturierung der Prozeßketten sollte sich an den folgenden Leitlinien orientieren:

- Die Prozeßketten sollten so detailliert wie möglich beschrieben werden.
- Die Stoff- und Energieflüsse sollten in der Darstellung umfassend berücksichtigt werden, es sei denn, in der Zielstellung ist etwas anderes verankert. Auch Kleinkomponenten können in der späteren Betrachtung wesentlich sein.
- Die gebildeten Module müssen in ihrem Detaillierungsgrad der Betrachtungstiefe der Bilanzfragestellung gerecht werden. Insbesondere müssen Parameter, die analysiert oder variiert werden sollen, explizit als Stoffströme ausgewiesen werden.
- Bei einer vergleichenden Bilanzierung zweier oder mehrerer Verfahren oder Verfahrensalternativen müssen insbesondere diejenigen Bereiche der Prozeßkette besonders detailliert beschrieben werden, in denen technische Unterschiede lokalisierbar sind.

Anhand der erarbeiteten Prozeßstrukturen läßt sich nun ableiten, für welche Bereiche dieser Prozeßketten Daten vorliegen bzw. für welche Verfahrensschritte Daten erhoben werden müssen.

Bei der Prüfung der bereits in der Datenbank vorliegenden Daten ist jeweils zu prüfen, ob die beschriebenen Rahmenbedingungen für die Gültigkeit der Moduldaten sowie die Charakteristika hinsichtlich Repräsentativität und Datenqualität für die zu bearbeitende Fragestellung paßt. Andernfalls sind auch solche Moduldaten entweder an die speziellen Verhältnisse anzupassen oder nochmals für den speziellen Fall neu zu erheben.

Für die erfolgreiche und effiziente Durchführung einer Datenerhebung ist es sehr hilfreich, einen festen Rahmen vorzugeben. Zudem ist es bei einer Erhebung, die durch Dritte bearbeitet wird (z.B. in einem Industrieunternehmen) sehr wichtig, dem Bearbeiter so genau wie möglich zu erklären, welche Daten erhoben werden sollen. Aus diesem Anspruch heraus ist ein Datenerhebungsbogen zu verwenden. Im Abschlußbericht sind Vorlagen zu Datenerhebungsbögen für das "Technische Verfahren" und für den Bereich "Entsorgung" enthalten. Je spezieller und praxisnäher dieser Erhebungsbogen an die speziellen Fragen der Datenerhebungen angepaßt wird, um so größer ist i.d.R. die Akzeptanz bei den Datenlieferanten und die Vergleichbarkeit und Qualität der erhobenen Daten.

A.4.1.1.4 Aufbereitung der erhobenen Daten und Eingabe in das EDV-System PUROLIT [40]

Werden bei der Datenerhebung die oben erwähnten Datenerhebungsbögen verwendet, so ist damit eine gut dokumentierte Ausgangsbasis geschaffen. In jedem Falle sind aber die erhobenen Daten einer Prüfung und erforderlichenfalls Überarbeitung zu unterziehen.

Besonders wichtig sind dabei folgende Prüfkriterien:

- Plausibilität der Daten,
- Vollständigkeit der Daten und
- Methodenkonsistenz.

Als Hilfsmittel zur Überprüfung können dienen:

- Massebilanz der Input- und Outputströme,
- Energiebilanz und
- Vergleich mit Literaturdaten oder Daten zu Verfahrensvarianten, soweit diese vorliegen.

Zur Vorbereitung der Dateneingabe sollten die Daten in ein einheitliches Format übertragen werden, so daß alle Kriterien auch zu einem späteren Zeitpunkt ohne nochmaligen Aufwand nachvollziehbar sind und zudem eine umfassende Dokumentation zu Datenherkunft, Datenqualität und den Randbedingungen für die Gültigkeit des Datenmaterials entsteht. Die Dokumentation zum Softwaresystem PUROLIT enthält ein solches Datenbeschreibungsformat für jedes einzelne Modul. Dieses Format ist auch auf andere Prozeßkettenbereiche übertragbar und kann daher als Vorlage verwendet werden.

Nun beginnt die Arbeit der Software PUROLIT. Die Eingabe der Daten in das EDV-System kann direkt auf der Basis dieser Modulbeschreibung erfolgen. Alle erforderlichen Daten sind in diesen Datenblättern enthalten. Das Software-Handbuch gibt eine Anleitung, wie die Eingabe der Stoff-, Energie- und Prozeßdaten erfolgt. Einige Regeln der Sachbilanzmethode sind in das Softwaresystem integriert. Während der Dateneingabe überprüft das DV-System die Einhaltung dieser Regeln. Somit sind die Daten hinsichtlich gewisser Kriterien (z.B. Vollständigkeit der Beschreibung, Abschneidekriterien, ...) nochmals validiert.

A.4.1.1.5 Erstellung der Sachbilanzen

In dieser Projektbearbeitungsphase wird intensiv mit der Software gearbeitet. Die Erstellung einer Sachbilanz gliedert sich in mehrere Schritte; die Software führt den Nutzer durch alle diese Schritte und erfüllt zusätzlich Funktionen zur Kontrolle der jeweiligen Nutzereingaben.

Der erste Schritt ist die Beschreibung genereller Informationen und Festlegungen zum Projekt. Dazu bietet die Software PUROLIT eine Datenmaske zur Spezifikation der Fragestellung, der Bezugsgröße für die Bilanz (funktionelle Einheit), des Untersuchungsrahmens, der Untersuchungsziele, der Repräsentativität, der technischen Funktion und der Bestandteile des Untersuchungsgegenstandes (Anlagenkomponenten).

Der nächste Schritt ist die Beschreibung der Prozeßkette und die Konstruktion des zugehörigen Modul-Netzwerkes. Dazu wird zunächst der Bereich kurz textlich

beschrieben, dann schließt sich die Dateneingabe zu den Modulen des Prozeßkettenbereiches an.

Im Anschluß daran startet die Software einen Mechanismus für die Beschreibung des Teilbilanzraumes durch den Aufbau der zugehörigen Prozeßkette. Dabei verfolgt das System alle Stoff- und Energieströme zurück bis zu den Rohstoffen bzw. Richtung Verbleib bis zur Abgabe an die Umwelt, überprüft die Einhaltung der definierten Bilanzraumgrenzen und Abschneidekriterien, sucht nach passenden Modulen in der Datenbank des Systems und bietet diese, falls vorhanden, zur Auswahl an, stellt so in einer Folge von Nutzerabfragen in einem iterativen Prozeß alle Informationen zusammen, die zur vollständigen Beschreibung der Prozeßketten benötigt werden.

Nachdem alle benötigten Daten abgefragt und eingegeben wurden, kann nun eine Routine der Software aufgerufen werden, die das Sachbilanzergebnis berechnet, auf eine definierte Menge der funktionellen Einheit angleicht und Ergebnisdokumentationen automatisch generiert. Details zu diesen Arbeitsschritten sind dem Software-Handbuch zu PUROLIT zu entnehmen.

A.4.1.1.6 Auswertung der Sachbilanzergebnisse

Die erstellten Sachbilanzen sollten in jedem Fall einer Überprüfung unterzogen werden. Zur Unterstützung bei der Plausibilisierung der Ergebnisse, zur Überprüfung des konstruierten Prozeßketten-Modells und zur rechnerischen Ergebnisvalidation sind Programmroutinen in der Software PUROLIT implementiert worden.

Eine erste Hilfe hierzu bilden die drei Teilbilanzen, die einen Hinweis darauf liefern, in welchem Bereich die wesentlichen Quellen/Senken liegen. Mit Hilfe der sogenannten Analyseprotokolle kann diese Betrachtung noch vertieft werden: Jede Position des Bilanzergebnisses kann zurückverfolgt werden bis zu den Einzelbeiträgen von Modulen. Weitere Prüfschritte sollten der Analyse des Beitrags definierter Einzelprozesse und Prozeßabschnitten gelten.

Ein Arbeitsschwerpunkt im Hinblick auf die weiteren Schritte im Rahmen der ökologischen Analyse ist die Durchführung der Wirkungsabschätzung. Die Software PUROLIT enthält eine automatische Routine zur Generierung von Ergebnisdateien für die Wirkungsabschätzung.

A.4.1.1.7 Wirkungsabschätzung

Zentrale Aufgabe der Wirkungsabschätzung ist es, die in der Sachbilanz inventarisierten Informationen zu Stoff- und Energieflüssen (Ressourcennutzung, Abfälle, Emissionen) umweltrelevanten Problemfeldern (den sogenannten Wirkkategorien) zuzuordnen und das Ausmaß von Belastungen bezogen auf diese Wirkkategorie und hervorgerufen durch den Untersuchungsgegenstand zu quantifizieren. Die Wirkungsabschätzung umfaßt drei Schritte:

1. die Auswahl der Wirkkategorien
2. die Klassifizierung, die alle in der Sachbilanz erhobenen stofflichen und energetischen Umweltlasten - einschließlich der Aussagen zur Ressourcennutzung - den zuvor festgelegten Wirkkategorien zuordnet und
3. die Charakterisierung, die den Beitrag einer jeden Emission zum zugeordneten Umweltproblemfeld beschreibend, qualitativ und quantitativ analysiert und ausgibt. Das Ergebnis ist eine Aggregation der Einzelbeträge zu den gewählten Wirkkategorien.

Der methodische Hintergrund ist im Abschlußbericht, Teil A: Methodik erläutert.

A.4.1.1.8 Auswertung

In der Auswertung sollen die Ergebnisse der Sachbilanz und der Wirkungsabschätzung unter dem Einbezug der definierten Ziele und dem festgelegten Bilanzraum zusammengefaßt und kritisch reflektiert werden. Hierbei setzt die Auswertung an den Ergebnissen aller Teilschritte der ökologischen Analyse an. Entsprechend ist sie aufgrund der Ergebnisse der Sachbilanz allein möglich und notwendig, z.B. wenn keine Wirkungsabschätzung durchgeführt wird.

In diesem abschließenden Schritt der ökologischen Analyse soll eine Gesamteinschätzung der Ergebnisse vorgenommen werden, indem eine Überprüfung der Angemessenheit des gewählten Vorgehens bzw. der Daten, eine Reflektion der durchgeführten Sensitivitätsanalysen, der Nichtberücksichtigung von Größen, eventuelle Einschränkungen etc. erfolgen soll. Die eigentliche Entscheidungsfindung liegt jedoch außerhalb der ökologischen Analyse und muß neben den ökologischen auch technische, ökonomische und soziale Faktoren einbeziehen.

A.4.1.2 Teil B: Ökonomische Analyse

A.4.1.2.1 Zielstellung

Die vom Fraunhofer IVV im Rahmen des vorliegenden Verbundprojektes entwickelte Methode zur Systemkostenanalyse im Zusammenhang mit ökologischen Fragestellungen hat zum Ziel, die Wirtschaftlichkeit ökologisch motivierter Maßnahmen zu quantifizieren. Sie ist keine Methode zur Erstellung einer kostenwirtschaftlichen Betriebsbilanz. Die Methode und die entwickelte Software zur ökonomischen Analyse werden für den Teilbilanzraum "Technisches Verfahren" beispielhaft angewendet. Eine ausführliche Beschreibung der Methode befindet sich im Abschlußbericht, Teil A: Methodik und die Beispielergebnisse sind im Teil B: Ergebnisse des Abschlußberichtes dargestellt.

Nachfolgend werden deshalb nur die Schritte der Erstellung der Systemkostenanalyse und der Auswertung der Bilanzergebnisse zusammenfassend aufgelistet.

A.4.1.2.2 Die Erstellung der Systemkostenanalyse

Die Systemkostenanalyse gliedert sich in die nachfolgend aufgezählten Arbeitsschritte. Jeden dieser Schritte unterstützt PUROLIT durch angepaßte, mächtige Softwareroutinen:

- die Definition der Kosten-/Erlösstruktur (Kontenrahmen)
- die Eingabe der Stoff- und Prozeßkosten gemäß der definierten Kostenstruktur
- die Berechnung der Kostenbilanz und
- die Erstellung der Ergebnisdokumentation.

A.4.1.2.3 Die Auswertung der Bilanzergebnisse

Zur Auswertung der ökonomischen Resultate und zur Interpretation der gewonnenen Informationen sind insbesondere folgende Einzelpositionen wesentlich:

- Plausibilisierung der Ergebnisse (fachlich und bzgl. der gesetzten Ziele und Randbedingungen)
- Analyse der Ergebnisse hinsichtlich
  - Beitrag einzelner Stoffe zu den Kostenarten und Erlösen
  - Beitrag von Einzelprozessen zu den Kostenarten und Erlösen
- Darstellung der Effekte szenarischer Variationen und
- Grafische Aufbereitung der Ergebnisse.

Das letztendliche Ziel der Auswertung ist die Kopplung der ökonomischen Befunde mit den ökologischen Ergebnissen.

Weitere Auswertungsgesichtspunkte können sein:

- die Darstellung von Kosten-/Nutzenaspekten
- von Effizienzstrategien, (Kosten je kg Umweltlastenminimierung),
- die ökologische Identifikation der Maßnahme, die mit dem geringsten Kostenaufwand realisierbar ist.

A.4.2 Datenerhebung

A.4.2.1 Screening

A.4.2.1.1 Charakterisierung der Reinigungsverfahren

Anlagenschlüssel:

Anlagenhersteller:
Typ:
Inbetriebnahme/Datum:

Erhebungszeitraum/Datum:

Unternehmen / Betriebsstätte:
Adresse / Ansprechpartner:

Kommentare (Sicherheit der Stationarität, Angabe von Unsicherheiten, Problembereichen, etc.):

Station Nr.	Funktion	Behälter-größe [m^3]	Verfahren	Zeit [s]	Reiniger	Konz. [%]	pH-Wert	Temp. [°C]	Badpflege	Standzeit	Analytik/ Dosierung
1											
2											
3											
4											
5											
6											

A.4.2.1.2 Dokumentation der Meßwerte zur Schmutzeintrag-/Restschmutz-Bestimmung durch Extraktion

Anlagenbeispiel:

Teile vom (Datum)*:

Proben-Nr.	Teile-Bezeichnung	Anzahl der Teile	Oberfläche pro Teil [m²]	vor / nach Reinigung	Volumen Cyclohexan [ml]	R_1 Masse Fritte [mg]	X_1 Masse Fritte + fester Schmutz [mg]	fester Schmutz: X_1-R_1 [mg]	Masse Späne pro Teil [mg]	Masse Späne pro m² [mg/m²]	R_2 Masse Kolben [mg]	X_2 Masse Kolben +flüssiger Schmutz [mg]	flüssiger Schmutz: X_2-R_2-BW [mg]	flüssiger Schmutz pro Teil [mg]	flüssiger Schmutz pro m² [mg]
BW	-	-	-	-		-	-	-	-	-				-	-
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															

*empfohlener Meßzeitraum: 2 x 1 Tag in Wochenmitte (Screening und Datenerhebung)

A.4.2.1.3 Dokumentation der Meßwerte zur Durchsatzbestimmung bei der Reinigung von Schüttgut

Anlagenbeispiel:
Datum:
Erhebungszeitraum [h]:

Korbmasse (Tara) [kg]:

Chargen-Nr.	Korb-Nr.	Masse Korb (brutto) [kg]	Masse Korb (netto) [kg]	Masse Teil [g]	Anzahl der Teile pro Korb	Oberfläche pro Teil [m²]	Oberfläche pro Korb [m²]	Sonstiges
1	1							
1	2							
1	3							
2	1							
2	2							
2	3							
n	1							
n	2							
n	3							

A.4.2.1.4 Darstellung der Ergebnisse des Screenings für eine Reinigungsaufgabenkategorie

Parameter	Anlagenschlüssel Einheit*	W	C	K
Teileart				
Werkstoff				
Teiledimension ∅ L	mm mm			
Teilgeometrie (einfach, komplex)				
Teilanordnung				
Bearbeitungsschritt(e) vor der Reinigung				
Verschmutzungsart				
Masse abgerein. fest: Schmutz: flüssig:	g/h, kg/a g/h, kg/a			
Reinheitsanforderungen				
Durchsatz, **theoretisch** bei realem Reinigungsprogramm, täglicher Arbeitszeit und durchschnittlicher Beaufschlagung	Chargen/h (kg/h, t/a)			
Durchsatz, **praktisch**	Chargen/h (kg/h, t/a)			

Auslastung: $^{\text{prakt. Durchs. * 100}}/_{\text{theor. Durchs.}}$	%			
Betriebsmodus / Betriebsstunden pro Jahr	h/d, d/a, h/a			
Behältergröße	m³			
Bearbeitungsschritt(e) nach der Reinigung				
Chargengewicht	kg			
Füllhöhe der Körbe	%			
Korbgröße (L x B x H)	mm			
Qualitätskontrolle (Analysenverf.)				
Prozeßstufe				
Korbart				
Korbmaterial				
Masse der Anlage	t			
Größe der Anlage (L x B x H)	m			
Badaufbereitung				
Anmerkungen				

* Nichtzutreffendes streichen

A.4.2.2 Erhebungsbogen für den Bilanzraum Technisches Verfahren

Fragebogen Anlage ____

Gesamtanlage

Anlage			
Standort			
Vertraulichkeits-grad	( ) nur für Projekt ( ) für Branchensoftware in anonymisierter Form freigegeben ( ) anonymisiert öffentlich		
Erhebungszeit-raum	Monat/Jahr		
Kommentare	Angabe von Unsicherheiten, Problembereichen, etc.		
Baujahr			
Verfahren	z.B. Vorreinigen, Reinigen, Spülen, Passivieren, Trocknen durch Fluten, Spritzen, Tauchen, Ultraschall, Druckumfluten, Hubbewegung, Drehen, Schwenken, Heißluft, Vakuum, Umluft, Dampfreinigung und m.H. Filter, Ultrafiltration, Mikrofiltration, Ölabscheider, Verdampfer, Vakuum-verdampfer, Destille (Beschreibung in Stichpunkten)		
		Erhebungs-art	Daten-güte
Teileart (durch Klassen beschreibbar?)	z.B. Drehteile, Stanzteile, Buchse, Lager, Befestigungswinkel etc.	Angabe/ Beobachtg.	
Werkstoffe (durch Klassen beschreibbar?)	z.B. Aluminium, Stahl, Buntmetall etc.	Angabe	
Teiledimension (durch Klassen beschreibbar?)	( ) Kleinteile ( ) Großteile ∅ = ... mm bis ..... mm L = ... mm bis ..... mm Durchschnittliche Teilefläche = ... cm²	Messung	

Teilegeometrie (durch Klassen beschreibbar?)	..... % Teile mit einfacher Geometrie ..... % Teile mit komplizierteren Geometrien; z.B. mit Bohrungen, Gewinden, Sacklöchern (∅, L), Hinterschneidungen etc.	Angabe/ Beobachtg.	
Teilegewicht (durch Klassen beschreibbar?)	.... g - .... g durchschnittliche Masse: .... g	Messung	
Teileanordnung (durch Klassen beschreibbar?)	..... % Schüttgut, fixiert? ( ) ja ( ) nein ..... % positioniert? ( ) einzeln ( ) mehrere	Beobachtg.	
Bearbeitungs-schritt(e) vor der Reinigung	z.B. Drehen, Fräsen, Pressen, Stanzen etc.	Angabe	
Verschmutzungs-art (durch Klassen beschreibbar?)	z.B. Späne, Öl, Fett, Staub, Oxide, Korrosionsschutz, Zunder, Kühlschmierstoff (wassermischbar ja/nein, native Rohstoffbasis ja/nein)	Angabe	
Masse abgereinig-ter Schmutz	fest: .... kg/a flüssig: .... l/a, ... kg/a (Dichte = ... kg/l)	Messung	
gemessener Schmutzeintrag	fest: ...... ± ...... mg/Teil ...... ± ...... mg/m² flüssig: ...... ± ...... mg/Teil ...... ± ...... mg/m²	Messung/ Angabe	
Reinheits-anforderung	quantitative Norm: ja/nein (.....mg Restspäne/Teil, ... mg C/m², ...mg Restöl/Teil oder m²) am Nachfolgeschritt orientiert: ja/nein	Angabe	
gemessene Restverschmutzg.	fest: ...... ± ...... mg/Teil ...... ± ...... mg/m² flüssig: ...... ± ...... mg/Teil ...... ± ...... mg/m²	Schätzung/ Messung	
Durchsatz, theoretisch (Herstellerangabe)	...... Chargen/h, ...Chargen/d, ...Chargen/a (maximal mögliche Zahl der Chargen unter den gegebenen Bedingungen bei konkretem Reinigungsprogramm*)*	Angabe	
Durchsatz, praktisch	...... Teile/h, ... Teile/a, ... m²/h ...... Chargen/h a ...... Körbe/h = ... Körbe/h ...... kg/h ...... kg/Korb ...... m²/Charge	Messung/ Beobachtg.	
Auslastung	prakt. Durchsatz * 100/theor. Durchsatz = ...%	Berechnung	
Betriebsmodus	..... -Schicht, ... h/d, ... d/a, ... h/a	Angabe/ Beobachtg.	

Behältergröße und Arbeitstemperatur	Behälter 1: ...... m³ ϑ = ... °C Behälter 2: ...... m³ ϑ = ... °C Behälter 3: ...... m³ ϑ = ... °C Behälter 4: ...... m³ ϑ = ... °C	Schätzung/ Messung	
Bearbeitungs-schritt(e) nach der Reinigung	z.B. Montage, Lager, Glühen	Angabe	
Körbe **- Größe** **- Material** **- Füllhöhe (bei Schüttgut)**	 ...... x ...... x ...... mm, ... kg ......%	Angabe/ Messung/ Beobachtg.	
Qualitätskontrolle	z.B. DIN 38 409/H18, Wischtest, Benetzungstest, Sichtkontrolle, Funktionsprüfung etc.		
Prozeßstufe	Zwischen-, Grob-, Endreinigung	Angabe	
Masse der Anlage	.... t	Angabe	
Größe der Anlage **Peripherie**	.... x .... x .... m³ (LxBxH) 1 .... x .... x .... m³ (LxBxH) 2 .... x .... x .... m³ (LxBxH) 3 .... x .... x .... m³ (LxBxH) 4 .... x .... x .... m³ (LxBxH)	Messung	
Reinigungs-medium	Produktbezeichnung: Herstellerfirma: Charakterisierung: (z.B. kation./anion./nichtion. Tenside, sr./neutral/bas., Builder, Salze; LM-Bezeichnung; Regeneratanteil, etc.) Zusammensetzung / Sicherheitsdatenblatt:	Angabe	
Input Reiniger	Menge:.... l/..., Häufigkeit: ...../a; ...... l/a, Dichte = ... kg/l $\rightarrow$ ...... kg/a Menge:.... l/..., Häufigkeit: ...../a; ...... l/a, Dichte = ... kg/l $\rightarrow$ ...... kg/a	Angabe/ Beobachtg.	

Zusatzstoffe	( ) VE-Wasser Wasserherkunft: Herstellungsprozeß: ( ) ausschließlich ( ) nicht ausschließlich für Anlage ( ) Stabilisatoren I Produktbezeichnung: Firma: Charakterisierung, Sicherheitsdatenblatt: II Produktbezeichnung: Firma: Charakterisierung, Sicherheitsdatenblatt:		Angabe	
Input Zusatzstoffe	Stoff ....: ...... l/a, Dichte = ... kg/l → ...... kg/a Stoff ....: ...... l/a, Dichte = ... kg/l → ...... kg/a Stoff ....: ...... l/a, Dichte = ... kg/l → ...... kg/a		Angabe	
Kühlwasser-verbrauch	.... m³; ϑ_E = ... °C, ϑ_A = ... °C Herkunft: ( ) Brunnen/Netz, ( ) LW, ( ) VE		Messung/ Angabe	
Energie (Nenn-)	**Anschlußwerte**	**Takt-/Aktivzeit**		
- Netzstrom	.... kW		aus Betriebs-unterlagen	
- Hauptanlage	.... kW	.... h/a		
Komp.1:	.... kW	.... s		
Komp.2:	.... kW	.... s		
Komp.3:	.... kW	.... s		
- Peripherie	.... kW			
Komp.4:	.... kW	.... s		
Komp.5:	.... kW	.... s		
Komp.6:	.... kW	.... s		

- and. Energieträger				
-Energieträger I:	.... m^3 / .... kW	.... s		
....	.... m^3			
Kesselgröße				
Wirkungsgrad	.... m^3 / .... kW	.... s		
Komp.7:	.... m^3 / .... kW	.... s		
Komp.8:				
	.... m^3 / .... kW	.... s		
-Energieträger II:				
....	.... m^3			
Kesselgröße	.... m^3 / .... kW	.... s		
Wirkungsgrad	.... m^3 / .... kW	.... s		
Komp.9:				
Komp.10:				
	.... m^3 / .... kW	.... s		
	.... m^3 / .... kW			
- Druckluft, 6 bar				
	.... m^3 / .... kW			
Komp.11:				
Komp.12:				
Energie (Ist-)	**Meßwerte**	**Meßzeit**	**Messung**	
- Netzstrom	.... kW			
- Hauptanlage	.... kW			
Komp.1:	.... kW	....		
Komp.2:	.... kW	....		
Komp.3:	.... kW	....		
- Peripherie	.... kW			
Komp.4:	.... kW	....		
Komp.5:	.... kW	....		
Komp.6:	.... kW	....		
- and. Energieträger				
-Energieträger I:				
....	.... m^3 / .... kW	....		
	.... m^3			
Kesselgröße	....			
Wirkungsgrad	.... m^3 / .... kW	....		
Komp.7:		....		

Komp.8: .... -Energieträger II: .... Kesselgröße Wirkungsgrad Komp.9: .... Komp.10: .... - Druckluft, 6 bar Komp.11: Komp.12:	.... m³ / .... kW .... m³ / .... kW .... m³ .... m³ / .... kW .... m³ / .... kW .... m³ / .... kW .... m³ / .... kW .... m³ / .... kW	....		
Abwärme über Dach	V = ... m³/h, Aktivzeit = ϑ_R = ... °C ϑ_A = ... °C		Messung	Quellen-beschrei-bung
Abwärme in Abwasser	V = ... m³/h, Aktivzeit = ϑ_R = ... °C ϑ_A = ... °C		Messung	Quellen-beschrei-bung
Abwärme über Teile/Körbe	Material 1 m = ... kg/h ϑ_E = ... °C ϑ_A = ... °C Aktivzeit =	Material 2 m = ... kg/h ϑ_E = ... °C ϑ_A = ... °C Aktivzeit =		
Entsorgung z.B. Abfall **I**	.... l/a als .... zur .... nach §§ ....KrW/AbfG bzw. Abf.-schl.-Nr. ...., Ölgehalt: .... Vol.-%, ... t/a Späne, Dichte: .... g/cm³ Adresse der Entsorgungsfirma: Ansprechpartner:		Messung/ Angabe	
z.B. Abfall **II**	.... l/a als .... zur .... nach §§ ....KrW/AbfG bzw. Abf.-schl.-Nr. ...., Ölgehalt: .... Vol.-%, ... t/a Späne, Dichte: .... g/cm³ Adresse der Entsorgungsfirma:		Messung/ Angabe	

	Ansprechpartner: Sonstiges/Anmerkungen:		
Charakterisierung des Abfalls			
- Dichte	.... g/cm³	Messung	
- Heizwert	.... kJ/g	Messung	
- Cl-Gehalt	.... % (Masse)	Messung	
- C-Gehalt	.... % (Masse)	Messung	
- H-Gehalt	.... % (Masse)	Messung	
- N-Gehalt	.... % (Masse)	Messung	
- S-Gehalt	.... % (Masse)	Messung	
- Differenz: (= O)	.... % (Masse)	Berechnung	
- Öl-Gehalt in Vol.-%	.... %	Messung	
- Wassergehalt in Vol.-%	.... %	Messung	
- Schwermetalle	Zn: .... mg/l	Messung	
	Fe: .... mg/l	Messung	
	Cu: .... mg/l	Messung	
	Sn: .... mg/l	Messung	
	Cr: .... mg/l	Messung	
	Pb: .... mg/l	Messung	
	Al: .... mg/l	Messung	
	Ni: .... mg/l	Messung	
- CSB	.... g/l	Messung	
- P (aus Reinigertitration)	.... g/l	Messung	

Schwermetalle in den Bädern (stationär)			
- Zn	Bad 1: ...... mg/l Bad 2: ...... mg/l Bad 3: ...... mg/l	Messung Messung Messung	

- Fe	Bad 1: ...... mg/l	Messung	
	Bad 2: ...... mg/l	Messung	
	Bad 3: ...... mg/l	Messung	
- Cu	Bad 1: ...... mg/l	Messung	
	Bad 2: ...... mg/l	Messung	
	Bad 3: ...... mg/l	Messung	
- Sn	Bad 1: ...... mg/l	Messung	
	Bad 2: ...... mg/l	Messung	
	Bad 3: ...... mg/l	Messung	
- Cr	Bad 1: ...... mg/l	Messung	
	Bad 2: ...... mg/l	Messung	
	Bad 3: ...... mg/l	Messung	
- Pb	Bad 1: ...... mg/l	Messung	
	Bad 2: ...... mg/l	Messung	
	Bad 3: ...... mg/l	Messung	
- Al	Bad 1: ...... mg/l	Messung	
	Bad 2: ...... mg/l	Messung	
	Bad 3: ...... mg/l	Messung	
- Ni	Bad 1: ...... mg/l	Messung	
	Bad 2: ...... mg/l	Messung	
	Bad 3: ...... mg/l	Messung	
Öl-Gehalt	Bad 1: ...... mg/l	Messung	
	Bad 2: ...... mg/l	Messung	
	Bad 3: ...... mg/l	Messung	
CSB	Bad 1: ...... g/l	Messung	
	Bad 2: ...... g/l	Messung	
	Bad 3: ...... g/l	Messung	
N	Bad 1: ...... g/l	Messung	
	Bad 2: ...... g/l	Messung	
	Bad 3: ...... g/l	Messung	
P	Bad 1: ...... g/l	Messung	
	Bad 2: ...... g/l	Messung	
	Bad 3: ...... g/l	Messung	
Leitfähigkeit/	Bad 1: ...... mS, pH = ...	Messung	
pH-Wert	Bad 2: ...... mS, pH = ...	Messung	
	Bad 3: ...... mS, pH = ...	Messung	

Charakterisierung des Abwassers			Messung	
Menge	.... m^3			
Vorbehandlung				

Entsorgung	**gemessene mittl. Konz.**	**Fracht**		
- Zn	.... mg/l	.... g		
- Fe	.... mg/l	.... g		
- Cu	.... mg/l	.... g		
- Sn	.... mg/l	.... g		
- Cr	.... mg/l	.... g		
- Pb	.... mg/l	.... g		
- Al	.... mg/l	.... g		
- Ni	.... mg/l	.... g		
- CSB	.... g/l	.... kg		
- N	.... g/l	.... kg		
- P	.... g/l	.... kg		
- Öl	.... g/l	.... kg		
- Reiniger	.... ml/l	.... l bzw. kg		
Sicherheit	technische Vorkehrungen Störfälle Überwachungskosten Messungen			
Transporte	.... km für .... t Produkt .... mit Transportmittel ...., ... km für .... t Produkt .... mit Transportmittel ...., ...			

Zusatz-Daten

1. Lokale Ökologische Größen

		Erhebungs-art	Quellen-beschrei bung
Abwärme - in den Raum - Einschätzung*	...... MWh, Raumtemperatur angenehm // nicht spürbar // eher unangenehm // sehr unangenehm	Messung/ Berechng. Beobachtg.	
Lärm (arbeitsplatz-bezogener Emissionswert L_{pAeq})	.... dB(A) Angabe von Spitzenemissionen, die einem Prozeßschritt zuzuordnen sind:	Messung	
Geruch*	kein merkbarer // leichter // unangenehmer // sehr unangenehmer Geruch Angabe von Spitzenemissionen, die einer Prozeßschritt zuzuordnen sind:	Beobachtg.	
Arbeitsplatz-konzentration im Entnahmebereich - Anmerkungen	.... ppm	Messung	

3. Ökonomische Größen

4.

MATERIALKOSTEN	MENGE	PREISE	ANMERKUNGEN
- Reinigungsmittel			
Stoff	.... l/a		
	.... kg/a	.... DM/kg, ... TDM	
Stoff	.... kg/a	.... DM/kg, ... TDM	
- Zusatzstoffe	.... m³/a	.... DM/m³, ... TDM	
- Druckluft, ... bar	.... m³	.... DM/m³, ... TDM	
- Dampf (intern)			
- Aufbereitungsstufen			
- Aktivkohle			
- Membranen			
- Ionenaustauscher			

PERSONALKOSTEN			
- Betrieb	.... Akh/a	.... DM/h	
- Überwachung/Analytik	inkl. ?	Summe .... TDM	

KAPITALKOSTEN			
- Verkaufspreis Anlage		.... TDM	
- Verkaufspreis Peripherie 1		.... TDM	
- Verkaufspreis Peripherie 2		.... TDM	
- Verkaufspreis Peripherie 3		.... TDM	
- Verkaufspreis Peripherie 4		.... TDM	
- lineare Abschreibung	.... a		
- Raumbedarf	.... m³		
- Flächenbedarf	.... m²	.... TDM	
Peripherie 1 (...........................):	.... m²		
Peripherie 2 (...........................):	.... m²		
Peripherie 3 (...........................):	.... m²		
Peripherie 3 (...........................):	.... m²		
- Aufstellungskosten		.... TDM	
- Sonstiges			

FREMDLEISTUNGEN			
- Energie Strom	.... MWh	.... Pf/kWh, ... TDM	
- Energ. andere Energieträger I	.... MWh	.... Pf/kWh, ... TDM	
- Energ. andere Energieträger II	.... MWh	.... Pf/kWh, ... TDM	
- Entsorgung I (........................)	.... m^3/a	.... DM/m^3, ... TDM	
- Entsorgung II (........................)	.... m^3/a	.... DM/m^3, ... TDM	
- Abwassergebühren	.... m^3	.... DM/m^3, ... TDM	
- hausinterne Abwasserbehandlungsanlage	.... m^3	.... DM/m^3, ... TDM	
- Transporte Entsorgung		inkl.	
- Transporte Reiniger		inkl.	
- Kapitalbeschaffungskosten (50 % Fremdkapital zu 8 % Zinsen)		.... DM	
- Wartung und Instandhaltung		.... DM	
- Miete für Reinigungsmedium-Behälter		...... DM	

WEITERE KOSTEN			
- Umwelthaftpflicht		.... DM	
- Versicherung II (....................)		.... DM	
- Versicherung III (....................)		.... DM	
- Patente		.... DM	
- Lizenzen		.... DM	
- Rechts- und Beratungskosten		.... DM	

Legende:

* nichtzutreffendes streichen

Schattierungen

(grau schattiertes Feld)	nur bei W

Datenerhebungsart und -häufigkeit

Messung	Erhebungshäufigkeit entsprechend der fragestellungsbezogenen Versuchsplanung und dem Konzept der Messungen und der Aufbereitung von Meßdaten
Angabe	z.B. aus Betriebsunterlagen, Herstellerauskünften (Anlage, Reinigungsmittel), Personalbefragungen
Beobachtung	(meist visuelle) Feststellungen während des Datenerhebungszeitraumes vor Ort

Datengüte

1 = Orientierungswert ... 4 = sicherer Wert

Quellenbeschreibung

- diffus / Punktquelle
- stationär / mobil
- global-regionale / lokale Verteilung
- bodennahe / über Schornstein
- häufig / selten
- Zahl der Quellen hoch / niedrig
- Indirekteinleiter / Direkteinleiter
- kontinuierlich / diskontinuierlich

Modul-Daten (Checkliste)

Anlage: ____

Bezeichnung des Moduls:

Technische Beschreibung des Moduls (aus Betriebsunterlagen):

Checkliste (Angabe der Erhebungsart und der Fehler nicht vergessen)

- Takt-/Aktiv-Zeit
- Behältervolumen
- Konzentrationen aller I/O-Komponenten
  Input
  .... =
  .... =
  .... =
  .... =
  .... =
  Output
  .... =
  .... =
  .... =
  .... =
  .... =
- Volumenströme aller I/O-Komponenten
  Input
  .... =
  .... =
  .... =
  .... =
  .... =
  Output
  .... =
  .... =
  .... =
  .... =
  .... =
- Dichte aller I/O-Komponenten
  Input
  .... =
  .... =
  .... =
  .... =
  .... =

<u>Output</u>
.... =
.... =
.... =
.... =
.... =

- Häufigkeit des Medienwechsels
- pH / Leitfähigkeit
- Temperatur
- Druck
- Energieträger
  A) ....
  B) ....
  C) ....
- Energiebedarf (Nenn- Ist-)
  Komponente a) .... = =
  Komponente b) .... = =
  Komponente c) .... = =
- Abwärme
- Transporte
- gesondert auszuweisende Investkosten
- gesondert auszuweisende Betriebskosten
- Spezifika des Vorprozesses
- Spezifika des Folgeprozesses

Besonderheiten

A.4.2.3 Bestimmung der Verschmutzung der Teile und des auf den Teilen verbleibenden Restschmutzes

Zur Ermittlung der Verschmutzung der Teile an einer Anlage wurde der Schmutz (*fest* z.B.: Späne, Staub; *flüssig* z.B.: Öl, Emulsion) quantitativ von den Teilen in ein Lösemittel (Cyclohexan) überführt und nach dem Verdampfen des Lösemittels gravimetrisch bestimmt. Die Bestimmung der Restverschmutzung der gereinigten Teile erfolgte analog.

Werden innerhalb einer Reinigungsaufgabe Teile unterschiedlicher Größe oder/und Verschmutzung gereinigt, wurden sie nach visueller Einschätzung in Klassen eingeteilt und die Anteile der Klassen in Prozent notiert. Die Werte für den Schmutzeintrag und den Restschmutz werden wenn möglich für jede Klasse getrennt ausgewiesen. Ist dies aus Kapazitätsgründen nicht möglich, werden repräsentative Mischproben zusammengestellt.

Blindwert

Da bei der gewählten Methode gravimetrisch gearbeitet wird, können Verunreinigungen des Lösemittels das Endergebnis verfälschen. Deshalb wird für eine Meßreihe bzw. eine bestimmte Cyclohexan-Qualität der gravimetrische Blindwert (BW) von Cyclohexan bestimmt. Dazu wird ein bestimmtes Volumen (z.B. 1 l) des verwendeten Cyclohexans in Analogie zur Probenaufarbeitung im Rotationsverdampfer abdestilliert und der Rückstand ausgewogen.

Der Blindwert der einzelnen Messungen ergibt sich dann über das jeweils eingesetzte Volumen Cyclohexan:

$BW_{(n\text{-te Bestimmung})} = BW_{(1\text{ l Cyclohexan})}$ / (1000 ml Cyclohexan / Volumen(ml) Cyclohexan der n-ten Bestimmung)

Beispiel:

Blindwert für 1 l Cyclohexan: $BW_{(1\text{ l Cyclohexan})} = 2$ mg
Blindwert bei Extraktion mit 500 ml (Bestimmung 1): $BW_{(1.\text{ Bestimmung})} = 1$ mg
Blindwert bei Extraktion mit 1.500 ml (Bestimmung 2): $BW_{(2.\text{ Bestimmung})} = 3$ mg

Dabei ist darauf zu achten, daß die verwendeten Glasgefäße penibel gereinigt und sauber gehalten werden.

Extraktion

Eine ausreichende Anzahl an Teilen einer Charge (je nach Größe; ca. 0,5 - 1 m² Oberfläche für die Restschmutzbestimmung) werden für die Extraktion in ein gereinigtes Gefäß (pneumatische Wanne, Becherglas) überführt. Für die Berechnungen wird die Anzahl der Teile notiert und die Oberfläche der Teile ermittelt.

Zur Extraktion wird Cyclohexan aufgefüllt, bis die Teile vollständig bedeckt sind. Das Gefäß wird in ein auf 50 °C temperiertes Ultraschallbad (Schalleistung ca. 25 W/l; in Reinigungsanlagen üblicherweise 10 W/l) eingehängt und abgedeckt. Nach vollständiger Temperierung der Probe (d.h. wenn die Heizung ausschaltet), wird 2 x 10 min beschallt.

Danach werden die Teile mit einer sauberen Zange herausgenommen und die Extraktionslösung in eine Probenflasche überführt, wobei das Becherglas mindestens zweimal mit frischem Lösungsmittel nachgespült wird.

Im Extrakt befindet sich nun der gesamte flüssige und feste Schmutz (Späne).

Es wird darauf hingewiesen, daß bei der Extraktion stark verschmutzter Teile aufgrund der Aufnahmekapazität des Lösemittels ein Restschmutz auf den Teileoberflächen verbleiben kann. Dies wird visuell geprüft. Durch eine Mehrfachextraktion solcher Teile mit jeweils frischem Lösemittel ist dieser Fall gegebenenfalls auszuschließen.

Die Cyclohexanextrakte werden vereinigt und das resultierende Gesamtvolumen Cyclohexan für die Blindwertkorrektur bei der Bestimmung des flüssigen Schmutzes notiert.

Bei der Extraktion sehr gering verschmutzter Teile ist es hingegen erforderlich, sehr viele Teile mit dem selben Lösemittel zu extrahieren, damit eine für die gravimetrische Bestimmung des flüssigen Schmutzes ausreichende Menge in das Lösemittel Cyclohexan überführt wird. Dazu ist es u.U. notwendig, weitere Chargen gleicher Teile oder Teilezusammenstellungen mit demselben Lösemittel zu extrahieren.

Fester Schmutz

Ist der Cyclohexanextrakt frei von Festschmutz (klare Lösung, keine Späne), kann die Festschmutzbestimmung entfallen.

Andernfalls wird das Cyclohexanextrakt über eine Schott G4-Fritte (10 µm) gefiltert.

In Vorbereitung der Festschmutz-Bestimmung wird die Fritte 10 min im Trockenschrank bei 110 °C ausgeheizt, im Exsikkator abgekühlt und als Referenz (R) ausgewogen. Anschließend wird die Probelösung über diese Fritte filtriert. Nach dem Filtrieren wird mit 2 x 10 ml frischem Cyclohexan nachgespült, um den ggf. verbliebenen flüssigen Schmutz aus dem Filter zu entfernen. Der Filter wird erneut im Trockenschrank bei 110°C getrocknet und nach dem Abkühlen im Exsikkator ausgewogen (X). Der Festschmutzanteil für die extrahierten Teile errechnet sich aus den erhaltenen Werten entsprechend:

fester Schmutz = X - R

Er wird in mg pro Anzahl extrahierter Teile (z.B. 28 mg/ 20 Teile) bzw. pro Gesamtoberfläche (z.B. 28 mg/ 0,56 m²) angegeben. Durch Division durch die Anzahl bzw. die Oberfläche der Teile wird der auf ein Einzelteil bzw. die Oberfläche bezogener Festschmutzwert erhalten (z.B. 1,4 mg/Teil und 50 mg/m²).

Flüssiger Schmutz

Nach Abtrennung des Festschmutzes befindet sich der gesamte flüssige Schmutz im Cyclohexan-Extrakt. Die Abtrennung des Cyclohexans kann durch Destillation (z.B. mit einem Rotationsverdampfer) erreicht werden. Die Bestimmung des flüssigen Schmutzes erfolgt durch Differenzwägung. Um die Wägegenauigkeit von 0,1 mg einzuhalten, kann bei dieser Methodik nur mit kleinvolumigen Kolben gearbeitet werden. Falls das Volumen des Extraktes größer als das Kolbenvolumen ist, wird mit einem Mehrhalskolben gearbeitet, um den Extrakt in mehreren Portionen einengen zu können. In Vorbereitung der Extraktion wird der Kolben im Exsikkator getrocknet und als Referenz ausgewogen (R). Nach destillativer Abtrennung des Cyclohexans

werden der Kolben und der darin enthaltene Schmutz nach Trocknung im Exsikkator erneut ausgewogen (X). Aus der Differenz dieser Werte wird unter Abzug des Blindwertes die Menge flüssiger Schmutz pro Anzahl extrahierter Teile erhalten:

$$\text{flüssiger Schmutz} = X - R - BW$$

Wird er durch die bei der Bestimmung verwendete Teilezahl bzw. durch die Gesamtoberfläche dieser Teile dividiert, wird der auf ein Teil bzw. die Oberfläche bezogene flüssige Schmutz erhalten (z.B. 3,33 mg/Teil und 296 mg/m²).

Grenzen der Methode

1. Die Bestimmung des Schmutzeintrages und des Restschmutzes kann in der beschriebenen Weise nur für Teile erfolgen, die
   - klein genug für die Extraktionsgefäße sind und die
   - so verschmutzt sind, daß die Masse zu bestimmenden flüssigen Schmutzes signifikant größer ist als der Blindwert der Bestimmungsmethode.
2. Selbst bei größtem Bemühen, die zu extrahierenden Teile repräsentativ auszuwählen, können die Messungen nur den Charakter von Stichproben haben und die Werte für den Schmutzeintrag und den Restschmutz nur einen **Orientierungswert** darstellen.
   In diesem Zusammenhang ist kritisch zu prüfen, mit welcher Priorität diese Parameter in die Beschreibung der speziellen Reinigungsaufgabenkategorie eingehen.
3. Die Differenz aus gemessenem Schmutzeintrag und gemessenem Restschmutz kann nicht zur Bestimmung der Masse abgereinigten Schmutzes herangezogen werden.

Mögliche Ausweichverfahren für größere Teile könnten sein: visueller Vergleich, Wischtest, Bestimmung des Restschmutzes mit in der Anlage gereinigten kleineren Teilen.

Alternativ zu der oben beschriebenen extraktiv-gravimetrischen Bestimmung wäre es unter bestimmten Bedingungen denkbar, die Bestimmung der Masse abgereinigten flüssigen Schmutzes durch Wägung der Körbe vor und nach der Reinigung zu einer praktischen Überprüfung heranzuziehen.

Als Voraussetzungen dafür sind zu nennen:

- Die örtliche Entfernung von Auf- und Abnahmebereich ist klein.
- Die Reinigung der Waage zwischen den Messungen ist zeitlich möglich.
- Der Toleranzbereich der Waage ist wesentlich kleiner als die zu bestimmende Massedifferenz.
- Es ist möglich, repräsentative Teile auszuwählen.
- Auf den Teilen befindet sich ein eindeutig quantifizierbares Verhältnis von festem zu flüssigem Schmutz.

A.4.2.4 Meßwertbasierte Simulation einer Reinigungsaufgabe

Die Methode der meßwertbasierten Simulation ist in Kapitel A.1.1.3.1.2 beschrieben. Das Vorgehen erfolgt in zwei Schritten und soll mit Hilfe eines Beispiels in den Tabellen Tab. A-19 und Tab. A-20 illustriert werden.

1. Schritt: Analyse der Originaldaten und Bestimmung der Koeffizienten:

In einem ersten Schritt wird jeder Stoff- und Energiefluß F_i, wie er an der Anlage A für die Reinigungsaufgabe A ermittelt wurde (Originaldaten), in einen chargenabhängigen, schmutzabhängigen, arbeitszeitabhängigen und periodischen Anteil aufgeteilt. Die Bestimmung der Anteile erfolgt anhand verfahrenstechnischer Zusammenhänge (s. Beispiel in Abb. A-2) und muß an jeder Anlage für alle Stoff- und Energieflüsse separat durchgeführt werden.

Die einzelnen Anteile sowie die Parameter der Anlage und der Reinigungsaufgabe werden zunächst in eine Tabellenkalkulation eingetragen (s. Tab. A-19). Anschließend wird jeder Wert in der Berechnungsmatrix der Tabellenkalkulation als Produkt aus Koeffizient k_i und dem entsprechenden Parameter der Reinigungsaufgabe (Chargenzahl **C**, Schmutzmenge **S**, Arbeitszeit **A** bzw. Arbeitstage **T**) ausgedrückt, wobei in der hinterlegten Formel auf den Parameter im Eingabefeld Bezug genommen wird. Jeder Koeffizient ergibt sich als Quotient des eingetragenen Anteils und des entsprechenden Parameters bei der Datenermittlung (Originaldaten).

In dem in Tab. A-19 dargestellten Beispiel wird der Stoffstrom Reinigerinput ‘3360 kg/a’ in zwei Anteile aufgeteilt: ein chargenabhängiger Anteil von 435 kg/a ersetzt die an der Anlage auftretende Emission (Annahme: Reinigeremission ist proportional zur Chargenzahl) und ein schmutzabhängiger Anteil von ‘2925 kg/a’ muß aufgrund der mit dem Abfall entsorgten Reinigermenge nachgeführt werden. Dieser Stoffstrom ist proportional zur Schmutzmasse, da die durchschnittliche Reinigerkonzentration im zu entsorgenden Reiniger-Schmutzgemisch konstant ist. Der Wert ‘435 kg/a’ für den chargenabhängigen Reinigerinput wird in der Tabellenkalkulation als das Produkt aus dem Koeffizienten 0,05563 kg/Stück (=435 [kg/a] / 7820 [Stück/a]) und dem Parameter C im Eingabefeld der Reinigungsaufgabe A ‘7820 Stück/a’ in der Tabellenkalkulation hinterlegt.

2. Schritt: Berechnung einer neuen Reinigungsaufgabe

Für die Berechnung der Stoff- und Energieflüsse einer neuen Reinigungsaufgabe B werden die Parameter der neuen Reinigungsaufgabe in die grau hinterlegten Eingabefelder eingetragen. Im oberen Berechnungsfeld wird aus den Eingabedaten zunächst die Chargenzahl der Reinigungsaufgabe mit Hilfe des Chargenvolumens korrigiert und die Auslastung ermittelt.

Aufgrund der Bezüge in der Tabellenkalkulation werden die neuen Stoff- und Energieflüsse in der Berechnungsmatrix sofort berechnet. Der neue Wert ‘548 kg/a’ für den chargenabhängigen Reinigerinput ergibt sich als Produkt aus dem Koeffizienten ‘0,05563 kg/Stück’ und dem Parameter C der neuen Reinigungsaufgabe B ‘9856 Stück/a’.

Die Zeilen ‘Summe Input’ und ‘Summe Output’ können zur Kontrolle der Massenbilanz überprüft werden. Die Ergebnisse für die Reinigungsaufgabe B sind in Tab. A-20 dargestellt.

Berechnung der Stoff- und Energieflüsse der Anlage A für die Reinigungsaufgabe A

Parameter der Anlage A

Parameter		Wert
Chargenvolumen V_A (l)		63
Vorlaufzeit pro Tag (h/d)		1
Nachlaufzeit pro Tag (h/d)		3,5

Parameter für Reinigungsaufgabe A

Parameter		Wert
Durchsatz: Anzahl Chargen (Stück/a)	Eingabefeld	7820
Chargenvolumen V_{RA}(l)	Eingabefeld	63
Masse eingetragener flüssiger Schmutz (kg/a) **= S**	Eingabefeld	306
Masse eingetragener fester Schmutz (kg/a)	Eingabefeld	41
Arbeitstage pro Jahr (d/a) **= T**	Eingabefeld	230
betriebsübliche Arbeitszeit (h/a) **= A**	Eingabefeld	1840
Pause (h/a)	Eingabefeld	172,5
Korrekturfaktor Chargengröße (V_{RA}/V_A)	Berechnung aus Eingabe	1,00
Durchsatz angepaßt: Anzahl Chargen (Stück/a) **= C**	Berechnung aus Eingabe	7820
notwendige Anlagen-Arbeitszeit (h/a)	Berechnung aus Eingabe	1117
Auslastung %	Berechnung aus Eingabe	61

Berechnungsmatrix für die Simulation der Stoff- und Energieflüsse für Reinigungsaufgabe A an Anlage A

Input	**chargenabhängiger Anteil F_{i1}**	**schmutzabhängiger Anteil F_{i2}**	**arbeitszeitabhängig. Anteil F_{i3}**	**periodischer Anteil F_{i4}**	**Summe Stoff-/ Energiefluß F_i**
Reiniger (kg/a)	435	2925			3360
Input Stabilisator I (kg/a)		41			41
Input Stabilisator II (kg/a)		23			23
Verunreinigungen, flüssig (kg/a)		306			306
Verunreinigungen, fest (kg/a)					41
Summe Energie, elektrisch (MWh/a)	11,1		62,7	24,9	98,7
Komponente 1 (MWh/a)	6,4		4,2	2,6	13,2
Komponente 2 (MWh/a)	0,7				0,7
Komponente 3 (MWh/a)			1,5		1,5
Komponente 4 (MWh/a)	0,3				0,3
Komponente 5 (MWh/a)	0,6				0,6
Komponente 6 (MWh/a)			4,4	2,9	7,3
Komponente 7 (MWh/a)	1,5			1,4	2,9
Komponente 8 (MWh/a)	1,6				1,6
Komponente 9 (MWh/a)			2,5	1,7	4,2
Komponente 10 (MWh/a)			1,8	1,2	3,0
Komponente 11 (MWh/a)			23,0	5,6	28,6
Komponente 12 (MWh/a)			25,2	6,1	31,3
Komponente 13 (MWh/a)				3,4	3,4
Druckluft, 6 bar (m^3/a)	4600				4600
Summe Input (kg/a)					**3771,6**

Output	**chargenabhängiger Anteil F_{i1}**	**schmutzabhängiger Anteil F_{i2}**	**arbeitszeitabhängig. Anteil F_{i3}**	**periodischer Anteil F_{i4}**	**Summe Stoff-/ Energiefluß F_i**
Entsorgungsmenge Reiniger (kg/a)		2925			2925
Entsorgungsmenge Stabilisator (kg/a)		65			65
Emission Reiniger, diffus (kg/a)	435				435
Entsorgung flüssige Verunr. (kg/a)		305,5			305
Entsorgung feste Verunr. (kg/a)					41
Restschmutzaustrag flüssig (kg/a)		0,5			0,5
Abwärme in den Raum (MWh/a)					38,7
Abwärme an Kühlwasser (MWh/a)			48,2	11,8	60,0
Summe Output (kg/a)					**3771,6**

Tab. A-19: Meßwertbasierte Simulation einer Reinigungsaufgabe (1. Schritt): Bestimmung der chargen-, schmutz-, arbeitszeitabhängigen und periodischen Anteile der Stoff- und Energieflüsse für die Originaldaten anhand verfahrenstechnischer Zusammenhänge

Berechnung der Stoff- und Energieflüsse der Anlage A für die Reinigungsaufgabe B

Parameter der Anlage A

Parameter	Wert
Chargenvolumen V_A (l)	63,0
Vorlaufzeit pro Tag (h/d)	1
Nachlaufzeit pro Tag (h/d)	3,5

Parameter für Reinigungsaufgabe B

Parameter		Wert
Durchsatz: Anzahl Chargen (Stück/a)	Eingabefeld	8085
Chargenvolumen V_{RA}(l)	Eingabefeld	76,8
Masse eingetragener flüssiger Schmutz (kg/a) **= S**	Eingabefeld	682
Masse eingetragener fester Schmutz (kg/a)	Eingabefeld	1124
Arbeitstage pro Jahr (d/a) **= T**	Eingabefeld	250
betriebsübliche Arbeitszeit (h/a) **= A**	Eingabefeld	1925
Pause (h/a)	Eingabefeld	188
Korrekturfaktor Chargengröße (V_{RA}/V_A)	Berechnung aus Eingabe	1,22
Durchsatz angepaßt: Anzahl Chargen (Stück/a) **= C**	Berechnung aus Eingabe	9856
notwendige Anlagen-Arbeitszeit (h/a)	Berechnung aus Eingabe	1408
Auslastung %	Berechnung aus Eingabe	73

Berechnungsmatrix für die Simulation der Stoff- und Energieflüsse für Reinigungsaufgabe B an Anlage A

Input	chargenabhängiger Anteil F_{i1}	schmutzabhängiger Anteil F_{i2}	arbeitszeitabhängig. Anteil F_{i3}	periodischer Anteil F_{i4}	Summe Stoff-/ Energiefluß F_i
Reiniger (kg/a)	548	6519			7067
Input Stabilisator I (kg/a)		92			92
Input Stabilisator II (kg/a)		52			52
Verunreinigungen, flüssig (kg/a)		682			682
Verunreinigungen, fest (kg/a)					1124
Summe Energie, elektrisch (MWh/a)	14,0		65,5	27,1	106,7
Komponente 1 (MWh/a)	8,1		4,4	2,8	15,3
Komponente 2 (MWh/a)	0,9				0,9
Komponente 3 (MWh/a)			1,6		1,6
Komponente 4 (MWh/a)	0,4				0,4
Komponente 5 (MWh/a)	0,8				0,8
Komponente 6 (MWh/a)			4,6	3,2	7,8
Komponente 7 (MWh/a)	1,8			1,6	3,4
Komponente 8 (MWh/a)	2,1				2,1
Komponente 9 (MWh/a)			2,6	1,8	4,4
Komponente 10 (MWh/a)			1,9	1,3	3,2
Komponente 11 (MWh/a)			24,1	6,1	30,2
Komponente 12 (MWh/a)			26,4	6,7	33,0
Komponente 13 (MWh/a)				3,7	3,7
Druckluft, 6 bar (m^3/a)	5798				5798
Summe Input (kg/a)					**9017,4**

Output	chargenabhängiger Anteil F_{i1}	schmutzabhängiger Anteil F_{i2}	arbeitszeitabhängig. Anteil F_{i3}	periodischer Anteil F_{i4}	Summe Stoff-/ Energiefluß F_i
Entsorgungsmenge Reiniger (kg/a)		6519			6519
Entsorgungsmenge Stabilisator (kg/a)		144			144
Emission Reiniger, diffus (kg/a)	548				548
Entsorgung flüssige Verunr. (kg/a)		681			681
Entsorgung feste Verunr. (kg/a)					1124
Restschmutzaustrag flüssig (kg/a)		1,1			1,1
Abwärme in den Raum (MWh/a)					43,4
Abwärme an Kühlwasser (MWh/a)			50,4	12,8	63,2
Summe Output (kg/a)					**9017,4**

Tab. A-20: Meßwertbasierte Simulation einer Reinigungsaufgabe (2. Schritt): Berechnung der chargen-, schmutz-, arbeitszeitabhängigen und periodischen Anteile der Stoff- und Energieflüsse für eine neue Reinigungsaufgabe

A.4.2.5 Erhebungsbogen Verwertung / Entsorgung von Rückständen aus der metallverarbeitenden Industrie (Auszug)

Erläuterung

Zielsetzung dieser Untersuchung ist es, die Umweltbeeinflussungen der Verwertung/Entsorgung von Rückständen aus der industriellen Metallteilereinigung zu erheben.

Zu erfassen sind alle Stoff- und Energieströme, die den Prozeß Verwertung/Entsorgung betreffen. Das sind alle ein- und austretenden Stoffe sowie Abwärme.

Input-Stoffe:

– Rückstände zur Verwertung

Output-Stoffe:

– Regenerate und Sekundärrohstoffe
– Rückstände, die thermisch verwertet werden,
– Abfälle, die entsorgt werden,
– Abluftvolumen und Stoffe in der Abluft,
– Abwasservolumen und Stoffe im Abwasser,
– genutzte Abwärme und sonstige Auswirkungen,

sowie für den Anlagenbetrieb benötigte Stoffe wie:

– Hilfs- und Betriebsstoffe, inkl. Wasser und
– Energieträger, in der Form in der sie von außen bezogen werden.

Für alle Stoffe und Materialien, die an- bzw. abtransportiert werden, sind zusätzlich die Transportdaten erforderlich.

Als **Bezugsbasis** wird der Durchsatz in einem repräsentativen Zeitabschnitt (z.B. 1 Jahr, 1 Monat, 1 Stunde) gewählt. Für diesen Durchsatz sind alle Daten quantitativ zu erfassen. Sonstige nicht quantifizierbare Auswirkungen sind kurz zu beschreiben.

Bei Zahlenwerten wird um die Angabe von gewichteten Mittelwerten und den dazugehörigen Bandbreiten, sowie um Angabe der Datenherkunft gebeten. Als **Datenherkunft** sind sowohl exakte Quellen, wie Messungen, die Auswertung von Betriebs- oder Wiegeprotokollen als auch Berechnungen und Schätzungen möglich.

Liegen Daten (Energie, Emissionen, Rückstände) für einzelne Chargen, z.B. charakterisiert durch unterschiedliche Abfallschlüsselnummern, vor, dann bitten wir als Bezugsgröße eine definierte Menge der entsprechenden Charge zu wählen.

Wenn statt dessen aber nur Gesamtjahres-/-monatsverbräuche und Angaben zu den Gesamtdurchsatzmengen vorliegen, dann bitten wir als Bezugsgröße die Gesamtdurchsatzmengen heranzuziehen.

Bezeichnung der zu untersuchenden Anlage

Verwertung/Recycling von Rückständen aus der metallverarbeitenden Industrie

Betreiber: ....

Name der Anlage:...

Standort der Anlage:...

Ansprechpartner für die Datenerhebung: ....

Telefon: ....

Datenherkunft: ....

Anlagen- und Verfahrensbeschreibung

Allgemeine Angaben

<u>Anlagenstatus:</u> *(...) Versuchsanlage* *(...) Pilotanlage* *(...) Großanlage*

<u>Verfahrensart</u> (z.B. Vakuumdestillation): ....

....

....

Baujahr: ....

realer Durchsatz: .... *t/a*

.... *t/Tag*

.... *t/h*

reale Laufzeit:.. *h/a*

Struktur des Verwertungsprozesses

bitte auf gesondertem Blatt einfügen

Technische Beschreibung des Anlagenkonzeptes

Bezeichnung der Apparate und Maschinen

Bezeichnung bzw. Typ der Teilanlage (Apparate, Fördereinrichtungen, usw.)	Anzahl	Nennleistung (Menge/Zeit)	Ist-Leistung (Menge/Zeit)	Leistungsauf nahme(kWh)

Material-/Stoffbeschreibungen

Zusammensetzung der zu verwertenden Rückstände (Inputstoffe)

Nach Materialien in Menge und prozentualem Anteil (soweit bekannt)

Bezeichnung	*Abfall-schlüssel-nummer*	*Menge (kg je Bezugs-größe)*	*Anteil (%)*	*Zusammensetzung (falls vorhanden Elementaranalyse)*

Gibt es für die zugeführten Gemische eine von Ihnen geforderte Spezifikation ?

Hinweis:

Sind Energie- und Stoffflußdaten der Anlage für einzelne Chargen bekannt, so ist in obiger Tabelle nur diese einzelne Charge zu charakterisieren.

Sind Energie- und Stoffflußdaten nur bezogen auf die Gesamtdurchsatzmenge der Anlage vorhanden, so sind in obiger Tabelle die einzelnen Chargen, die innerhalb des Betrachtungszeitraumes verarbeitet werden, zu spezifizieren.

Zusammensetzung der Outputströme

Stofflich verwertbare Rückstände/Sekundärrohstoffe:

Zusammensetzung nach Materialien in Menge und prozentualem Anteil (soweit b ekannt):

Bezeichnung und Verwendungsart	***Abfall-schlüssel-nummer***	***Menge (kg je Be-zugsgröße)***	***Anteil (%)***	***Zusammensetzung (falls vorhanden Elementar-analyse)***

Rückstände, die einer thermischen Verwertung zugeführt werden:

Zusammensetzung nach Materialien in Menge und prozentualem Anteil (soweit b ekannt):

Bezeichnung und Verwendungsart	***Abfall-schlüssel-nummer***	***Menge (kg je Be-zugsgröße)***	***Anteil (%)***	***Zusammensetzung (falls vorhanden Elementar-analyse)***

Mögliche Verwendungsarten der Outputstoffe

	Verwendungsarten
	Einsatz als gleichwertiges Regenerat
	Einsatz als minderwertiges Regenerat im ....
	Anderweitige stoffl. Verwertung .....
	Verbrennung in SAV
	Verbrennung im Zementwerk
	sonst. Verbrennung ....
	Sonderabfalldeponie
	Export als ....
	sonstiges: ....

Energieeinsatz

In unserer Erhebung benötigen wir nur den Energiebedarf für den Betrieb der Anlage. Nach Möglichkeit ist der Energiebedarf für die Infrastruktur (z.B. Licht, Raumheizung, innerbetriebliche Transporte etc.) getrennt anzugeben, bzw. die Bereiche zu kennzeichnen, in denen diese Angaben bereits enthalten sind.

Kategorie	***Energieträger*** *(z.B. Kohle, Heizöl EL, Heizöl S, Erdgas, Dampf, usw.) ggf. Spezifikation*	***Menge je Bezugsgröße***	***Datenherkunft*** *(z.B. Messung, Schätzung, Anschlußwert, usw.)*
elektrische Energie aus öffentl. Netz [kWh]			
elektrische Energie aus Eigenerzeugung [kWh]			
Therm. und chem. Energie aus Energieträ-			
thermische Energie aus Direktbefeuerung [MJ]			
Energie aus genutzter Abwärme [MJ]			

Wassereinsatz

Qualität	*Prozeßwasser* (Menge je Bezugsgröße)	*Kühlwasser* (Menge je Bezugsgröße)
Grundwasser		
Quellwasser		
Oberflächenwasser		
Uferfiltrat		
Betriebswasser		
Leitungswasser		
Wasser (allgem.)		

Abwasser

Nach Möglichkeit ist das Rohabwasser anzugeben (Angaben gemäß beigefügter Emissionsliste) und die Abwasser-Reinigungsanlage gesondert zu bilanzieren. Wenn das Abwasser als gereinigt angegeben wird, ist die Reinigung als Teilprozeß hier zu integrieren und deren Energiebedarf, Einsatzstoffe, Abfälle, Abluft auf diesem Datenerhebungsbogen mit anzugeben.

Abwasservolumen je Bezugsgröße	*Weiterbehandlung*

Die Emissionsfrachten, die das Abwasser (entweder das Rohabwasser, das Abwasser vor Einleitung in die Kläranlage oder das Abwasser zur Einleitung in den Vorfluter) enthält, werden in der folgenden Tabelle spezifiziert.

Allgemeine Parameter	*Rohab wasser*	*Einleitung Kläranlage*	*Einleitung Vorfluter*	*Datenherkunft* (Messung, Schätzung, Vorschrift, Berechnung,...)
Temperatur				
pH-Wert				
absetzbare Stoffe (Masse und Spezifikation				

Emissionen in das Wasser	**Menge je Bezugsgröße** *(nur zutreffende Spalte)*			**Datenherkunft**
	Rohabwasser	**Einleitung Kläranlage**	**Einleitung Vorfluter**	
AOX				
Aluminium				
Ammonium-Stickstoff (NH_4-N)				
...				

Emissionen in das Wasser	**Menge je Bezugsgröße** *(nur zutreffende Spalte)*			**Datenherkunft**
	Rohabwasser	**Einleitung Kläranlage**	**Einleitung Vorfluter**	
Magnesium				
Mangan (Mn)				
Metallionen				
...				

Abluft

Nach Möglichkeit ist die Menge Rohabluft, die sich aus den betrachteten Prozessen zusammensetzt, anzugeben (Angaben gemäß beigefügter Emissionsliste) und die Reinigungsanlage gesondert zu bilanzieren. Wenn die Abluft als gereinigt angegeben wird, ist die Reinigung als Teilprozeß hier zu integrieren und deren Energiebedarf, Einsatzstoffe, Abfälle, Abwässer auf diesem Fragebogen mit anzugeben.

Falls weitere, auch detailliertere Angaben zu Emissionen, bzw. nur qualitative Angaben zu bestimmten Emissionen vorliegen, können diese ergänzt werden.

Abluftvolumen je kg Hauptprodukt bzw. je Stunde *(nicht zutreffendes streichen)*	**Abluftverbleib; Weiterbehandlung**

Beispielhaft wird eine Liste mit Emissionsstoffen vorgegeben, die sich aufgrund früherer Erhebungen entwickelte. Sollten in Ihrem speziellen Fall einzelne Emissionen fehlen, so tragen Sie diese bitte zusätzlich ein.

Emissionen in die Atmosphäre	**Menge je Bezugsgröße** *(nur zutreffende Spalte)*		**Datenherkunft** *(Messung, Schätzung, Vorschrift, Berechnung,...)*
	Rohabluft	*gereinigte Abluft*	
Ammoniak (NH_3)			
Ammonium-Stickstoff (NH_4-N)			
...			

Emissionen in die Atmosphäre	***Menge je Bezugsgröße*** *(nur zutreffende Spalte)*		***Datenherkunft*** *(Messung, Schätzung, Vorschrift, Berechnung,...)*
	Rohabluft	*gereinigte Abluft*	
Methan und NMVOC (falls keine getrennte Messung)			
N_2O			
NMVOC			
....			

Abwärme

Medium *(Kühlwasser; Abwasser; Abluft; Wärmeverluste durch Abstrahlung...)*	***Abwärme genutzt oder ungenutzt ?***	***Energieinhalt je Bezugsgröße***

Transporte

Hinweise zum Ausfüllen des Abschnitts Transporte

1. Prinzipiell sollen alle im Untersuchungsraum auftretenden Transporte in die Bilanz einbezogen werden.
2. Wird der gleiche Rückstand/ das gleiche Produkt von verschiedenen Vorlieferanten bezogen bzw. an verschiedene Kunden geliefert, so sind die einzelnen Transporte mit ihrem Anteil an der gesamten Menge eines bestimmten Einsatzstoffes bzw. Produktes einzeln aufzuführen.
3. Wird ein Rückstand/Produkt nacheinander mit mehreren Transportmitteln transportiert, so sind diese Transportabschnitte einzeln aufzuführen.
4. Unter Transportentfernung soll die einfache Entfernung verstanden werden.

A.4.3 Auszug aus der Studie "Energy Recovery from Plastics Waste" des Fraunhofer IVV - NICHT VERÖFFENTLICHT -

Material-Related Modelling of the Cement Production Process

Alternative fuel like waste oil is fed into the cement production process together with the primary fuel which is usually hard coal. It may be added to the kiln at the primary as well as at the secondary firing stage. Approx. 90 % of the fuel demanded by the process is fed during the primary firing stage, the remaining 10 % are consumed in the secondary firing stage.

In order to ascertain the influences the particular alternative fuels have on the energy and material balance of the cement production process, Fh-IVV did a material-related modelling of the process. The modelling is largely based on informations provided by the German Association of Cementworks (Verein deutscher Zementwerke, VdZ) and on the findings and measurements of combustion trials on various fuels carried out at the BCU cement plant in Untervaz/Switzerland by the Association of Plasics Manufacturers in Europe (APME).

Input

On the input side, the items to be considered are raw materials, fuels and combustion air.

Fuels used are **hard coal**, and **alternative fuels** (waste oil, distillery residues, dried sewage sludge). The amounts required in the particular scenarios depend on the specific calorific values of these fuels. The use of alternative fuels containing chlorine is restricted due to the maximum permissible chlorine input in the cement plant.

The **raw meal** is blended for the production of clinker which equals the standard Portland cement composition. Apart from the main components to be contained in the clinker, it consists of CO_2 and water. CO_2 is released from the limestone, water evaporates during drying and preheating of the raw materials.

The **combustion air** demand depends on the calorific value and the elemental composition of a fuel as well as on the excess air during combustion. The excess air value is $\lambda = 1.6$. False air entering the plant e.g. in the heat exchanger, in transition points of the gas vent and in the raw meal mill is not considered in the balance.

Output

On the output side, the most important component leaving the system is the **cement** itself. During the cement milling process, the clinker is ground and blended with filter dust and gypsum as a setting regulator.

The following **flue gas** components have to be considered on the output side:

Carbon Dioxide (CO2)

CO_2 emissions from the fuels depend on the specific carbon content of these fuels and the fuel demand of the plant under study. CO_2 resulting from carbonates depends on the composition and mass flow of the raw meal.

Carbon Monoxide (CO)

Carbon monoxide emissions are partially due to organic compounds contained in the raw material. The CO content of the flue gas is an indicator for the quality of combustion conditions. During combustion trials, the respective value stayed constant within a certain range. The emissions shown do not depend on the fuel types applied. The balance is based on the average of typical concentrations.

Oxygen (O_2)

The oxygen concentration of the flue gas does not depend on the fuel type combusted. The combustion air intake is adjusted via the flue gas ventilators to contain 1 % oxygen when leaving the rotary kiln, thus ensuring oxidizing combustion conditions in the rotary kiln. The cleaned gas of the stack contains between 7 and 8 vol-% oxygen.

Water Vapour (H_2O)

The water vapour content of the flue gas depends on the water contained in the raw materials and on the hydrogen content of the fuels.

Nitrogen (N_2)

The nitrogen concentration of the flue gas does not depend on the fuel type combusted (cf. Oxygen). The amounts of nitrogen contributed by fuels can be neglected in the balance.

Sulphur Dioxide (SO_2)

Sulphur enters the system along with the input materials and is bound as alkali sulphate in the clinker and the filter dusts. This holds especially true for sulphur entering via the fuels. Thus, sulphur dioxide emissions do not depend on the fuel type combusted. They may, however, increase if the raw material contains volatile sulfides (iron sulfide, FeS_2, as e.g. in pyrite and markasite) which are released quite early and, thus, cannot be bound completely in alkali sulphate. The SO_2 flue gas concentration in the cleaned gas is assumed to keep the limit value.

Nitrous Oxides (NO_X)

The nitrous oxide concentrations in the flue gas of cement-processing plants does not depend on the fuel type combusted. They are due to nitrous oxides forming from nitrogen contained in the combustion air during the main firing phase. The average flue gas concentration of NO_X is calculated to fall below the limit value.

TOC

As to emissions of organic compounds (TOC) with the flue gas, the combustion trials did not show any correlation to the fuel type used. An average concentration is assumed for the calculation.

B Abschlußbericht zu den Ergebnissen

B.1 Randbedingungen, Struktur und Datengrundlage

B.1.1 Teilbilanzraum Technisches Verfahren

B.1.1.1 Auswahl der Anlagen

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Anlagenauswahl dargestellt und die untersuchten Anlagen und ihre Reinigungsaufgaben kurz charakterisiert. Die Vergleichbarkeit der Reinigungsaufgaben wird anhand der wichtigsten Nutzenparameter für die jeweilige Reinigungsaufgabe diskutiert.

B.1.1.1.1 Tripel 1

In Tripel 1 sind die in der ersten Projektphase untersuchten drei Reinigungsanlagen (C1, K1, W1) zusammengefaßt. Die Auswertung der erhobenen Daten zeigte, daß sich die Reinigungsaufgaben der drei Anlagen so stark unterschieden, daß vergleichende Aussagen nur sehr eingeschränkt möglich sind. Daraufhin wurde das Konzept der Reinigungsaufgabenkategorien (RAK) und des Screenings entwickelt (s. Kapitel A.1.1.3.1.1 und A.1.2.2), dem für die Anlagenauswahl eine entscheidende Bedeutung zukommt.

Die Anlagen von Tripel 1 bilden daher keine Reinigungsaufgabenkategorie.

In Tab. B-1 sind die Daten zu Tripel 1 in Form der Screening-Tabelle dokumentiert. Die Erhebungsdaten sind in der Datenbank hinterlegt, weitere Bilanzberechnungen wurden aus o.g. Gründen im Rahmen des Projektes nicht durchgeführt.

<u>Vergleichbarkeit der Reinigungsaufgaben des Tripels:</u>

A) Teilespektrum:

Es handelt sich jeweils um Kleinteile für verschiedene Bereiche der Elektronik- und Steuerungstechnik, die aus einem ähnlichen Werkstoffspektrum bestehen, allerdings sind die Hauptwerkstoffe bei den einzelnen Anlagen jeweils unterschiedlich. Das Teilespektrum kann bezüglich der Geometrie und der Dimension der Teile als ähnlich bezeichnet werden.

B) Durchsatz:

Es bestehen extreme Unterschiede sowohl hinsichtlich der tatsächlich gereinigten Teile- bzw. Chargenanzahl, als auch im maximalen Durchsatz der einzelnen Anlagen. Der beim gewählten Reinigungsprogramm maximal mögliche Vergleichschargendurchsatz pro Stunde liegt zwischen 4 bei Anlage K1, 9,5 bei Anlage W1 und 42 bei

B.9.1 Ergebnisse der Sachbilanzen

Tab. 1 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage C2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	13,575	0	98,287E-03	13,673
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	232,161	0	1,681	233,842
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	1,714E-03	0	8,487E-03	10,2E-03
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	18,445E-06	0	133,543E-09	18,578E-06
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	0	3,404E-03	3,404E-03
Chlor (Cl2); Em. Atmosph. /kg	0	50,012E-06	0	50,012E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	15,833E-03	2,751E-03	114,636E-06	18,698E-03
Dichlorethan (Cl2C2H4); Em. Atmosph. /kg	0	2,501E-03	0	2,501E-03
Dichlormethan (Cl2CH2); Em. Atmosph. /kg	0	0	50,615E-06	50,615E-06
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	0	33,753E-12	33,753E-12
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	16,838E+06	0	121,91E+03	16,96E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	53,901	0	390,257E-03	54,291
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	1,994E-03	125,029E-06	14,44E-06	2,134E-03
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	901,315	51,077	208,246	1,161E+03
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	238,655E-03	103,648E-03	885,022E-03	1,227
Metalle; Em. Atmosph. /kg	0	1,1E-03	0	1,1E-03
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	1,935	187,111E-03	43,791E-03	2,166
NMVOC, chlor., unspez.; Em. Atmosph. /kg	0	16,254E-03	0	16,254E-03
NMVOC, fluorchlor., unspez.; Em Atmosph. /kg	0	3,751E-03	0	3,751E-03
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	64,983E-03	45,12E-03	63,062E-03	173,165E-03
PAK; Em. Atmosph. /kg	0	50,012E-06	0	50,012E-06
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	851,913E-06	4,313E-03	5,165E-03
Perchlorethylen (Tetrachlorethen (Cl4C2)); Em. Atmosph. /kg	22,36	0	102,192E-09	22,36
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	19,275E-09	0	139,552E-12	19,414E-09
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	722,473E+06	0	5,231E+06	727,704E+06
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	209,609	0	138,194	347,803
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	516,034E-03	235,055E-03	679,004E-03	1,43
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	1,652E-03	7,557E-03	9,208E-03
Staub; Em. Atmosph. /kg	69,476E-03	105,025E-03	34,256E-03	208,756E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	3,134E+03	0	1,14E+03	4,274E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	564,423E-03	242,181E-03	240,506E-03	1,047
Stoffe, org., unspez.; Em. Atmosph. /kg	0	4,501E-03	0	4,501E-03
TOC, gesamter organischer Kohlenstoff; Em. Atmosph. /kg	0	0	860,458E-06	860,458E-06
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	55,334E-06	0	400,628E-09	55,734E-06
Vinylchlorid VC (Monomer); Em. Atmosph. /kg	0	2,501E-03	0	2,501E-03
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	530,325	0	98,651	628,976
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	2,938E+03	0	21,271	2,959E+03
Wasserstoff (H2); Em. Atmosph. /kg	0	14,003E-03	0	14,003E-03
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	0	7,46E-06	7,46E-06

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	0	15,185E-09	15,185E-09
Aktinide; Em. Wasser /Bq	30,249E+03	0	219,01	30,468E+03
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	50,012E-06	0	50,012E-06

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	1,05E-03	422,637E-09	1,051E-03
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	12,003E-03	36,901E-06	12,04E-03
Calzium (Ca); Em. Wasser /kg	0	30,007E-03	0	30,007E-03
Carbonat (CO3); Em. Wasser /kg	0	450,106E-06	0	450,106E-06
Chlor (Cl); Em. Wasser /kg	0	975,229E-06	0	975,229E-06
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	64,15E-03	4,001	464,927E-06	4,066
Detergentien; Em. Wasser /kg	0	700,164E-06	0	700,164E-06
Dichlorethan (Cl2C2H4); Em. Wasser /kg	0	375,088E-06	0	375,088E-06
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	4,751E-03	0	4,751E-03
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	30,007E-03	0	30,007E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	2,05E-03	0	2,05E-03
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	258,223E-06	0	1,87E-06	260,093E-06
Gesamt-Phosphor (P); Em. Wasser /kg	0	0	17,715E-09	17,715E-09
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	250,059E-06	101,23E-09	250,16E-06
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	18,445E-06	0	133,543E-09	18,578E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	912,974E-03	0	6,61E-03	919,584E-03
Magnesium (Mg); Em. Wasser /kg	0	225,053E-06	0	225,053E-06
Metalle; Em. Wasser /kg	0	2,426E-03	0	2,426E-03
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	2,426	0	2,426
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	1,491E+03	0	10,799	1,502E+03
Phenole; Em. Wasser /kg	0	75,018E-06	0	75,018E-06
Phosphate (als P2O5 (Phosphor(V)-oxid)); Em. Wasser /kg	0	50,012E-06	0	50,012E-06
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	282,201E+03	0	2,043E+03	284,244E+03
Schwefel (S); Em. Wasser /kg	0	400,094E-06	0	400,094E-06
Stickstoffverbindungen, unspez.; Em. Wasser /kg	0	50,012E-06	0	50,012E-06
Stoffe, org., chloriert; Em. Wasser /kg	0	850,199E-06	0	850,199E-06
Stoffe, org., gelöst; Em. Wasser /kg	0	150,035E-06	0	150,035E-06
Stoffe, org.; Em. Wasser /kg	0	700,164E-06	0	700,164E-06
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	986,412E-03	20,505E-03	7,142E-03	1,014
Säure (H+); Em. Wasser /kg	0	725,17E-06	0	725,17E-06
TOC; Em. Wasser /kg	0	3,751E-03	0	3,751E-03
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	492,303E+03	0	3,564E+03	495,867E+03
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	18,445E-06	0	133,543E-09	18,578E-06

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-2,751	0	-2,751
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-137,549	0	-995,885E-03	-138,545
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-298,988	0	-2,165	-301,153
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-91,269	0	-660,807E-03	-91,929
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-18,228	0	-131,976E-03	-18,36
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-9,645	-39,406	-49,051
Rohsteinkohle /kg	-115,113	-5,001	-833,445E-03	-120,948
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-5,103	0	-36,943E-03	-5,139
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-6,484	-5,001	-2,337	-13,822

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Bauxit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-3,501E-03	0	-3,501E-03
Bentonit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-500,117E-06	0	-500,117E-06
Calziumsulfat (CaSO4), Gips; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-50,012E-06	0	-50,012E-06
Dolomit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-125,029E-06	0	-125,029E-06
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-10,002E-03	0	-10,002E-03
Flußspat; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-50,012E-06	0	-50,012E-06
Kaliumchlorid (KCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-75,018E-06	0	-75,018E-06
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-195,046E-03	0	-195,046E-03
Kies; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-25,006E-06	0	-25,006E-06
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-30,007	0	-30,007
Olivin; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-100,023E-06	0	-100,023E-06

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

Primärenergieäquivalent Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kWh	0	0	-228,956E-09	-228,956E-09
Rohstoff Sand; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,8	0	-1,8
Schiefer; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-150,035E-06	0	-150,035E-06
Schwefel (S); Rohstoff; mineralisch /kg	0	-37,759E-03	0	-37,759E-03
Ton; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-12,503E-03	0	-12,503E-03
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-14,645E-03	-194,846E-06	-106,033E-06	-14,946E-03

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-86,192E+03	-2,751E+03	-593	-89,536E+03
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-205,048E-03	-40,492E-03	-245,54E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	6,599E+03	0	0	6,599E+03
Abwärme über Abwasser; Abwärme Wasser /MJ	177,564	0	0	177,564

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall C, Aktivkohle, beladen; Abfall TV /kg	0	0	0	0
Abfall C2, Reiniger C (PER) zur Aufbereitung; Abfall TV /kg	0	0	-144,764	-144,764
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen,unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abwasser C2 (erwärmt, Indirekteinleiter); Abwasser TV /kg	0	0	0	0
Asche; AzV /kg	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-2,997	0	-21,702E-03	-3,019
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-12,695E-03	0	-91,917E-06	-12,787E-03
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-885,336E-06	0	-6,41E-06	-891,746E-06
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Klärschlamm, behandelt, zur MVA, 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	0	0
Klärschlamm, behandelt,zur Dep., 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	0	0
Kontaktwasser aus Aufbereitung, PER- u. Öl-haltig; RohabwB /kg	0	0	0	0
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Perchlorethylen (Reiniger C); RM /kg	-75,621	0	0	-75,621
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung Perchlorethylen; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-2,251	0	-2,251
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-12,726	0	-92,142E-03	-12,818
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-59,497E-03	0	-430,772E-06	-59,928E-03
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-267,169	0	0	-267,169

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-70,122	0	0	-70,122
Wasserkraft /MJ	-260,92	0	-1,889	-262,809

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall C, Aktivkohle, beladen; Abfall TV /kg	82,206E-03	0	0	82,206E-03
Abfall C2, Reiniger C (PER) zur Aufbereitung; Abfall TV /kg	144,764	0	0	144,764
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	77,518E-03	0	77,518E-03
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen,unspezifiziert; AzB /kg	0	122,529E-03	0	122,529E-03
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	135,768E-03	0	982,99E-06	136,751E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	209,862E-03	0	1,519E-03	211,381E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	2,84E-03	0	20,566E-06	2,861E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	627,113E-06	0	4,54E-06	631,654E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	387,335E-06	0	2,804E-06	390,139E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	26,228E-03	0	189,897E-06	26,418E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	590,224E-06	0	4,273E-06	594,498E-06
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	75,622E-09	33,045E-09	547,524E-12	109,215E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	7,902E-06	357,384E-09	57,21E-09	8,316E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	13,744E-06	196,081E-09	99,51E-09	14,04E-06
Abwasser C2 (erwärmt, Indirekteinleiter); Abwasser TV /kg	4,289E+03	0	0	4,289E+03
Asche; AzV /kg	0	0	3,914E-09	3,914E-09
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	400,094E-03	0	400,094E-03
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	1,733E-03	0	12,547E-06	1,746E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	2,208E+03	0	15,986	2,224E+03
Klärschlamm, behandelt, zur MVA, 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	2,531E-06	2,531E-06
Klärschlamm, behandelt,zur Dep., 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	12,654E-06	12,654E-06
Kontaktwasser aus Aufbereitung, PER- u. Öl-haltig; RohabwB /kg	0	0	21,719	21,719
Kühlwasser, erwärmt /m³	78,966	0	571,73E-03	79,537
Perchlorethylen (Reiniger C); RM /kg	0	25,006	50,615	75,621
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	0	0	7,45E-21	7,45E-21
Sondermüll a. d. Herstellung Perchlorethylen; AzB /kg	0	97,523E-03	0	97,523E-03
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	267,169	0	0	267,169
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Klärschlamm, behandelt, 60% TS, atro; SeRo /kg	0	0	0	0
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Klärschlamm, behandelt, 60% TS, atro; SeRo /kg	0	0	5,062E-06	5,062E-06
Kraftwerksasche; SeRo /kg	30,767	0	222,759E-03	30,99
REA-Gips; SeRo /kg	29,154E-03	0	211,081E-06	29,365E-03

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	2,529E+03	2,529E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aktivkohle; Minork. /kg	-82,206E-03	0	0	-82,206E-03
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-494,918E-06	0	-3,583E-06	-498,501E-06
Argon (Ar); Minork. /kg	-10,708E-03	0	-77,526E-06	-10,785E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-76,85E-03	0	-556,41E-06	-77,406E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-677,256E-09	0	-713,516E-09	-1,391E-06
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-13,28E-03	0	-96,148E-06	-13,376E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-297,152E-06	0	-2,151E-06	-299,304E-06
Harze; Minork. /kg	-1,291E-03	0	-9,348E-06	-1,3E-03
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-1,163E-03	0	-8,42E-06	-1,171E-03
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-18,652E-03	0	-135,045E-06	-18,787E-03
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-11,579E-03	0	-83,832E-06	-11,663E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-10,697E-03	0	-77,452E-06	-10,775E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-667,126E-06	0	-4,83E-06	-671,956E-06
Polyacrylamid; Minork. /kg	-1,107E-03	0	-8,012E-06	-1,115E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-5,164E-03	0	-37,391E-06	-5,202E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-11,62E-03	0	-84,129E-06	-11,704E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-1,291E-03	0	-9,348E-06	-1,3E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-30,996E-03	0	-224,419E-06	-31,22E-03
TMT 15; Minork. /m³	-1,693E-09	0	-12,259E-12	-1,705E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-5,175E-03	0	-37,465E-06	-5,212E-03
organische Polyelektrolyte, Abwasserreinig.; Minork. /kg	0	0	-58,207E-09	-58,207E-09

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aktivkohle; Minork. /kg	0	0	0	0
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0
organische Polyelektrolyte, Abwasserreinig.; Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-3,247E+03	0	-23,512	-3,271E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	3,247E+03	0	23,512	3,271E+03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	2,997	0	21,701E-03	3,019
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	0	2,531	2,531
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	94,802	0	686,387E-03	95,488
Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	6,715E+03	0	48,616	6,763E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	3,018E+03	0	21,848	3,039E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-2,208E+03	0	-15,986	-2,224E+03
Massenbilanzausgleich Kläranlage-Input; MNB /kg	0	0	-308,583E-06	-308,583E-06
Massenbilanzausgleich Kläranlage-Output; MNB /kg	0	0	241,574E-06	241,574E-06
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	345,264E-03	0	0	345,264E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-4,198E+03	0	-1,503E+03	-5,701E+03
Wasserdampf; MNB /kg	0	0	37,961	37,961
Wassereintrag durch Verunreinigungen,Teile, Luftfeuchte; MNB /kg	-21,727	0	0	-21,727

Tab. 2 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage C2, Reinigungsaufgabe W2, betriebspez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	13,575	0	98,287E-03	13,673
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	232,161	0	1,681	233,842
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	1,714E-03	0	8,487E-03	10,2E-03
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	18,445E-06	0	133,543E-09	18,578E-06
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	0	3,404E-03	3,404E-03
Chlor (Cl2); Em. Atmosph. /kg	0	50,012E-06	0	50,012E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	15,833E-03	2,751E-03	114,636E-06	18,698E-03
Dichlorethan (Cl2C2H4); Em. Atmosph. /kg	0	2,501E-03	0	2,501E-03
Dichlormethan (Cl2CH2); Em. Atmosph. /kg	0	0	50,615E-06	50,615E-06
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	0	33,753E-12	33,753E-12
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	16,838E+06	0	121,91E+03	16,96E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	53,901	0	390,257E-03	54,291
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	1,994E-03	125,029E-06	14,44E-06	2,134E-03
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	901,315	51,077	208,246	1,161E+03
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	238,655E-03	103,648E-03	885,022E-03	1,227
Metalle; Em. Atmosph. /kg	0	1,1E-03	0	1,1E-03
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	1,935	187,111E-03	43,791E-03	2,166
NMVOC, chlor., unspez.; Em. Atmosph. /kg	0	16,254E-03	0	16,254E-03
NMVOC, fluorchlor., unspez.; Em Atmosph. /kg	0	3,751E-03	0	3,751E-03
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	64,983E-03	45,12E-03	63,062E-03	173,165E-03
PAK; Em. Atmosph. /kg	0	50,012E-06	0	50,012E-06
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	851,913E-06	4,313E-03	5,165E-03
Perchlorethylen (Tetrachlorethen (Cl4C2)); Em. Atmosph. /kg	22,36	0	102,192E-09	22,36
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	19,275E-09	0	139,552E-12	19,414E-09
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	722,473E+06	0	5,231E+06	727,704E+06
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	209,609	0	138,194	347,803
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	516,034E-03	235,055E-03	679,004E-03	1,43
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	1,652E-03	7,557E-03	9,208E-03
Staub; Em. Atmosph. /kg	69,476E-03	105,025E-03	34,256E-03	208,756E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	3,134E+03	0	1,14E+03	4,274E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	564,423E-03	242,181E-03	240,506E-03	1,047
Stoffe, org., unspez.; Em. Atmosph. /kg	0	4,501E-03	0	4,501E-03
TOC, gesamter organischer Kohlenstoff; Em. Atmosph. /kg	0	0	860,458E-06	860,458E-06
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	55,334E-06	0	400,628E-09	55,734E-06
Vinylchlorid VC (Monomer); Em. Atmosph. /kg	0	2,501E-03	0	2,501E-03
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	530,325	0	98,651	628,976
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	2,938E+03	0	21,271	2,959E+03
Wasserstoff (H2); Em. Atmosph. /kg	0	14,003E-03	0	14,003E-03
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	0	7,46E-06	7,46E-06

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	0	15,185E-09	15,185E-09
Aktinide; Em. Wasser /Bq	30,249E+03	0	219,01	30,468E+03
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	50,012E-06	0	50,012E-06
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	1,05E-03	422,637E-09	1,051E-03
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	12,003E-03	36,901E-06	12,04E-03
Calzium (Ca); Em. Wasser /kg	0	30,007E-03	0	30,007E-03
Carbonat (CO3); Em. Wasser /kg	0	450,106E-06	0	450,106E-06
Chlor (Cl); Em. Wasser /kg	0	975,229E-06	0	975,229E-06
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	64,15E-03	4,001	464,927E-06	4,066
Detergentien; Em. Wasser /kg	0	700,164E-06	0	700,164E-06

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

Dichlorethan (Cl2C2H4); Em. Wasser /kg	0	375,088E-06	0	375,088E-06
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	4,751E-03	0	4,751E-03
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	30,007E-03	0	30,007E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	2,05E-03	0	2,05E-03
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	258,223E-06	0	1,87E-06	260,093E-06
Gesamt-Phosphor (P); Em. Wasser /kg	0	0	17,715E-09	17,715E-09
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	250,059E-06	101,23E-09	250,16E-06
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	18,445E-06	0	133,543E-09	18,578E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	912,974E-03	0	6,61E-03	919,584E-03
Magnesium (Mg); Em. Wasser /kg	0	225,053E-06	0	225,053E-06
Metalle; Em. Wasser /kg	0	2,426E-03	0	2,426E-03
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	2,426	0	2,426
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	1,491E+03	0	10,799	1,502E+03
Phenole; Em. Wasser /kg	0	75,018E-06	0	75,018E-06
Phosphate (als P2O5 (Phosphor(V)-oxid)); Em. Wasser /kg	0	50,012E-06	0	50,012E-06
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	282,201E+03	0	2,043E+03	284,244E+03
Schwefel (S); Em. Wasser /kg	0	400,094E-06	0	400,094E-06
Stickstoffverbindungen, unspez.; Em. Wasser /kg	0	50,012E-06	0	50,012E-06
Stoffe, org., chloriert; Em. Wasser /kg	0	850,199E-06	0	850,199E-06
Stoffe, org., gelöst; Em. Wasser /kg	0	150,035E-06	0	150,035E-06
Stoffe, org.; Em. Wasser /kg	0	700,164E-06	0	700,164E-06
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	986,412E-03	20,505E-03	7,142E-03	1,014
Säure (H+); Em. Wasser /kg	0	725,17E-06	0	725,17E-06
TOC; Em. Wasser /kg	0	3,751E-03	0	3,751E-03
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	492,303E+03	0	3,564E+03	495,867E+03
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	18,445E-06	0	133,543E-09	18,578E-06

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-2,751	0	-2,751
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-137,549	0	-995,885E-03	-138,545
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-298,988	0	-2,165	-301,153
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-91,269	0	-660,807E-03	-91,929
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-18,228	0	-131,976E-03	-18,36
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-9,645	-39,406	-49,051
Rohsteinkohle /kg	-115,113	-5,001	-833,445E-03	-120,948
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-5,103	0	-36,943E-03	-5,139
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-6,484	-5,001	-2,337	-13,822

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Bauxit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-3,501E-03	0	-3,501E-03
Bentonit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-500,117E-06	0	-500,117E-06
Calziumsulfat (CaSO4), Gips; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-50,012E-06	0	-50,012E-06
Dolomit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-125,029E-06	0	-125,029E-06
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-10,002E-03	0	-10,002E-03
Flußspat; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-50,012E-06	0	-50,012E-06
Kaliumchlorid (KCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-75,018E-06	0	-75,018E-06
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-195,046E-03	0	-195,046E-03
Kies; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-25,006E-06	0	-25,006E-06
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-30,007	0	-30,007
Olivin; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-100,023E-06	0	-100,023E-06
Primärenergieäquivalent Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kWh	0	0	-228,956E-09	-228,956E-09
Rohstoff Sand; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,8	0	-1,8
Schiefer; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-150,035E-06	0	-150,035E-06
Schwefel (S); Rohstoff; mineralisch /kg	0	-37,759E-03	0	-37,759E-03
Ton; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-12,503E-03	0	-12,503E-03
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-14,645E-03	-194,846E-06	-106,033E-06	-14,946E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-86,192E+03	-2,751E+03	-593	-89,536E+03
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-205,048E-03	-40,492E-03	-245,54E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	6,599E+03	0	0	6,599E+03
Abwärme über Abwasser; Abwärme Wasser /MJ	177,564	0	0	177,564

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall C, Aktivkohle, beladen; Abfall TV /kg	0	0	0	0
Abfall C2, Reiniger C (PER) zur Aufbereitung; Abfall TV /kg	0	0	-144,764	-144,764
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen,unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abwasser C2 (erwärmt, Indirekteinleiter); Abwasser TV /kg	0	0	0	0
Asche; AzV /kg	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-2,997	0	-21,702E-03	-3,019
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-12,695E-03	0	-91,917E-06	-12,787E-03
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-885,336E-06	0	-6,41E-06	-891,746E-06
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Klärschlamm, behandelt, zur MVA, 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	0	0
Klärschlamm, behandelt,zur Dep., 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	0	0
Kontaktwasser aus Aufbereitung, PER- u. Öl-haltig; RohabwB /kg	0	0	0	0
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Perchlorethylen (Reiniger C); RM /kg	-75,621	0	0	-75,621
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung Perchlorethylen; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-2,251	0	-2,251
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-12,726	0	-92,142E-03	-12,818
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-59,497E-03	0	-430,772E-06	-59,928E-03
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-267,169	0	0	-267,169
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-70,122	0	0	-70,122
Wasserkraft /MJ	-260,92	0	-1,889	-262,809

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall C, Aktivkohle, beladen; Abfall TV /kg	82,206E-03	0	0	82,206E-03
Abfall C2, Reiniger C (PER) zur Aufbereitung; Abfall TV /kg	144,764	0	0	144,764
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	77,518E-03	0	77,518E-03
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen,unspezifiziert; AzB /kg	0	122,529E-03	0	122,529E-03
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	135,768E-03	0	982,99E-06	136,751E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	209,862E-03	0	1,519E-03	211,381E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	2,84E-03	0	20,566E-06	2,861E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	627,113E-06	0	4,54E-06	631,654E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	387,335E-06	0	2,804E-06	390,139E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	26,228E-03	0	189,897E-06	26,418E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	590,224E-06	0	4,273E-06	594,498E-06
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	75,622E-09	33,045E-09	547,524E-12	109,215E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	7,902E-06	357,384E-09	57,21E-09	8,316E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	13,744E-06	196,081E-09	99,51E-09	14,04E-06
Abwasser C2 (erwärmt, Indirekteinleiter); Abwasser TV /kg	4,289E+03	0	0	4,289E+03
Asche; AzV /kg	0	0	3,914E-09	3,914E-09
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	400,094E-03	0	400,094E-03
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	1,733E-03	0	12,547E-06	1,746E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	2,208E+03	0	15,986	2,224E+03
Klärschlamm, behandelt, zur MVA, 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	2,531E-06	2,531E-06
Klärschlamm, behandelt,zur Dep., 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	12,654E-06	12,654E-06
Kontaktwasser aus Aufbereitung, PER- u. Öl-haltig; RohabwB /kg	0	0	21,719	21,719
Kühlwasser, erwärmt /m³	78,966	0	571,73E-03	79,537
Perchlorethylen (Reiniger C); RM /kg	0	25,006	50,615	75,621
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	0	0	7,45E-21	7,45E-21
Sondermüll a. d. Herstellung Perchlorethylen; AzB /kg	0	97,523E-03	0	97,523E-03
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	267,169	0	0	267,169
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Klärschlamm, behandelt, 60% TS, atro; SeRo /kg	0	0	0	0
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Klärschlamm, behandelt, 60% TS, atro; SeRo /kg	0	0	5,062E-06	5,062E-06
Kraftwerksasche; SeRo /kg	30,767	0	222,759E-03	30,99
REA-Gips; SeRo /kg	29,154E-03	0	211,081E-06	29,365E-03

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	2,529E+03	2,529E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aktivkohle; Minork. /kg	-82,206E-03	0	0	-82,206E-03
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-494,918E-06	0	-3,583E-06	-498,501E-06
Argon (Ar); Minork. /kg	-10,708E-03	0	-77,526E-06	-10,785E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-76,85E-03	0	-556,41E-06	-77,406E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-677,256E-09	0	-713,516E-09	-1,391E-06
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-13,28E-03	0	-96,148E-06	-13,376E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-297,152E-06	0	-2,151E-06	-299,304E-06
Harze; Minork. /kg	-1,291E-03	0	-9,348E-06	-1,3E-03
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-1,163E-03	0	-8,42E-06	-1,171E-03
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-18,652E-03	0	-135,045E-06	-18,787E-03
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-11,579E-03	0	-83,832E-06	-11,663E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-10,697E-03	0	-77,452E-06	-10,775E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-667,126E-06	0	-4,83E-06	-671,956E-06
Polyacrylamid; Minork. /kg	-1,107E-03	0	-8,012E-06	-1,115E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-5,164E-03	0	-37,391E-06	-5,202E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-11,62E-03	0	-84,129E-06	-11,704E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-1,291E-03	0	-9,348E-06	-1,3E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-30,996E-03	0	-224,419E-06	-31,22E-03
TMT 15; Minork. /m³	-1,693E-09	0	-12,259E-12	-1,705E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-5,175E-03	0	-37,465E-06	-5,212E-03
organische Polyelektrolyte, Abwasserreinig.; Minork. /kg	0	0	-58,207E-09	-58,207E-09

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aktivkohle; Minork. /kg	0	0	0	0
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0
organische Polyelektrolyte, Abwasserreinig.; Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-3,247E+03	0	-23,512	-3,271E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	3,247E+03	0	23,512	3,271E+03
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	2,997	0	21,701E-03	3,019
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	0	2,531	2,531
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	94,802	0	686,387E-03	95,488
Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	6,715E+03	0	48,616	6,763E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	3,018E+03	0	21,848	3,039E+03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

Grubenwasser (Input); MNB /kg	-2,208E+03	0	-15,986	-2,224E+03
Massenbilanzausgleich Kläranlage-Input; MNB /kg	0	0	-308,583E-06	-308,583E-06
Massenbilanzausgleich Kläranlage-Output; MNB /kg	0	0	241,574E-06	241,574E-06
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	345,264E-03	0	0	345,264E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-4,198E+03	0	-1,503E+03	-5,701E+03
Wasserdampf; MNB /kg	0	0	37,961	37,961
Wassereintrag durch Verunreinigungen,Teile, Luftfeuchte; MNB /kg	-21,727	0	0	-21,727

Tab. 3 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage C3, Reinigungsaufgabe W3, anlagespez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	22,058	0	335,573E-03	22,393
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	377,231	0	5,739	382,97
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	2,784E-03	0	11,79E-03	14,574E-03
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	29,97E-06	0	455,941E-09	30,426E-06
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	0	4,719E-03	4,719E-03
Chlor (Cl2); Em. Atmosph. /kg	0	22,495E-06	0	22,495E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	25,727E-03	1,237E-03	391,391E-06	27,355E-03
Dichlorethan (Cl2C2H4); Em. Atmosph. /kg	0	1,125E-03	0	1,125E-03
Dichlormethan (Cl2CH2); Em. Atmosph. /kg	0	0	172,811E-06	172,811E-06
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	0	46,788E-12	46,788E-12
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	27,359E+06	0	416,224E+03	27,775E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	87,582	0	1,332	88,914
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	3,241E-03	56,236E-06	49,301E-06	3,346E-03
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	1,465E+03	22,974	304,228	1,792E+03
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	387,782E-03	46,619E-03	1,244	1,678
Metalle; Em. Atmosph. /kg	0	494,879E-06	0	494,879E-06
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	3,144	84,16E-03	92,285E-03	3,32
NMVOC, chlor., unspez.; Em. Atmosph. /kg	0	7,311E-03	0	7,311E-03
NMVOC, fluorchlor., unspez.; Em Atmosph. /kg	0	1,687E-03	0	1,687E-03
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	105,589E-03	20,294E-03	92,366E-03	218,249E-03
PAK; Em. Atmosph. /kg	0	22,495E-06	0	22,495E-06
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	383,178E-06	7,419E-03	7,803E-03
Perchlorethylen (Tetrachlorethen (Cl4C2)); Em. Atmosph. /kg	0	0	348,904E-09	348,904E-09
Perchlorethylen, Emission Arbeitsplatz, diffus; Em. Atmosph. /kg	2,162	0	0	2,162
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	31,318E-09	0	476,458E-12	31,795E-09
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	1,174E+09	0	17,859E+06	1,192E+09
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	340,587	0	194,642	535,229
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	838,487E-03	105,724E-03	948,813E-03	1,893
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	742,893E-06	12,999E-03	13,742E-03
Staub; Em. Atmosph. /kg	112,889E-03	47,238E-03	48,505E-03	208,633E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	5,092E+03	0	1,627E+03	6,718E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	917,112E-03	108,929E-03	375,523E-03	1,402
Stoffe, org., unspez.; Em. Atmosph. /kg	0	2,025E-03	0	2,025E-03
TOC, gesamter organischer Kohlenstoff; Em. Atmosph. /kg	0	0	2,938E-03	2,938E-03
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	89,91E-06	0	1,368E-06	91,277E-06
Vinylchlorid VC (Monomer); Em. Atmosph. /kg	0	1,125E-03	0	1,125E-03
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	861,707	0	144,537	1,006E+03
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	4,774E+03	0	72,622	4,846E+03
Wasserstoff (H2); Em. Atmosph. /kg	0	6,298E-03	0	6,298E-03
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	0	10,342E-06	10,342E-06

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	0	51,843E-09	51,843E-09
Aktinide; Em. Wasser /Bq	49,151E+03	0	747,744	49,898E+03
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	22,495E-06	0	22,495E-06
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	472,385E-06	1,443E-06	473,828E-06
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	5,399E-03	125,988E-06	5,525E-03
Calzium (Ca); Em. Wasser /kg	0	13,497E-03	0	13,497E-03
Carbonat (CO3); Em. Wasser /kg	0	202,451E-06	0	202,451E-06
Chlor (Cl); Em. Wasser /kg	0	438,643E-06	0	438,643E-06
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	104,235E-03	1,8	1,587E-03	1,905

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

Detergentien; Em. Wasser /kg	0	314,923E-06	0	314,923E-06
Dichlorethan (Cl2C2H4); Em. Wasser /kg	0	168,709E-06	0	168,709E-06
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	2,137E-03	0	2,137E-03
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	13,497E-03	0	13,497E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	922,275E-06	0	922,275E-06
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	419,578E-06	0	6,383E-06	425,961E-06
Gesamt-Phosphor (P); Em. Wasser /kg	0	0	60,484E-09	60,484E-09
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	112,473E-06	345,621E-09	112,818E-06
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	29,97E-06	0	455,941E-09	30,426E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	1,483	0	22,569E-03	1,506
Magnesium (Mg); Em. Wasser /kg	0	101,225E-06	0	101,225E-06
Metalle; Em. Wasser /kg	0	1,091E-03	0	1,091E-03
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	1,091	0	1,091
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	2,423E+03	0	36,869	2,46E+03
Phenole; Em. Wasser /kg	0	33,742E-06	0	33,742E-06
Phosphate (als P2O5 (Phosphor(V)-oxid)); Em. Wasser /kg	0	22,495E-06	0	22,495E-06
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	458,539E+03	0	6,976E+03	465,515E+03
Schwefel (S); Em. Wasser /kg	0	179,956E-06	0	179,956E-06
Stickstoffverbindungen, unspez.; Em. Wasser /kg	0	22,495E-06	0	22,495E-06
Stoffe, org., chloriert; Em. Wasser /kg	0	382,407E-06	0	382,407E-06
Stoffe, org., gelöst; Em. Wasser /kg	0	67,484E-06	0	67,484E-06
Stoffe, org.; Em. Wasser /kg	0	314,923E-06	0	314,923E-06
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	1,603	9,223E-03	24,384E-03	1,636
Säure (H+); Em. Wasser /kg	0	326,171E-06	0	326,171E-06
TOC; Em. Wasser /kg	0	1,687E-03	0	1,687E-03
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	799,927E+03	0	12,17E+03	812,096E+03
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	29,97E-06	0	455,941E-09	30,426E-06

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-1,237	0	-1,237
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-223,498	0	-3,4	-226,899
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-485,816	0	-7,391	-493,207
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-148,299	0	-2,256	-150,556
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-29,618	0	-450,594E-03	-30,068
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-4,338	-134,542	-138,88
Rohsteinkohle /kg	-187,043	-2,249	-2,846	-192,138
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-8,291	0	-126,132E-03	-8,417
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-10,535	-2,25	-4,1	-16,885

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Bauxit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,575E-03	0	-1,575E-03
Bentonit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-224,945E-06	0	-224,945E-06
Calziumsulfat (CaSO4), Gips; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-22,495E-06	0	-22,495E-06
Dolomit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-56,236E-06	0	-56,236E-06
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-4,499E-03	0	-4,499E-03
Flußspat; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-22,495E-06	0	-22,495E-06
Kaliumchlorid (KCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-33,742E-06	0	-33,742E-06
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-87,729E-03	0	-87,729E-03
Kies; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-11,247E-06	0	-11,247E-06
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-13,497	0	-13,497
Olivin; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-44,989E-06	0	-44,989E-06
Primärenergieäquivalent Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kWh	0	0	-781,701E-09	-781,701E-09
Rohstoff Sand; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-809,803E-03	0	-809,803E-03
Schiefer; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-67,484E-06	0	-67,484E-06
Schwefel (S); Rohstoff; mineralisch /kg	0	-16,983E-03	0	-16,983E-03
Ton; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-5,624E-03	0	-5,624E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-23,796E-03	-87,639E-06	-362,017E-06	-24,246E-03

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-133,082E+03	-1,237E+03	-2,025E+03	-136,344E+03
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-92,228E-03	-138,248E-03	-230,476E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	8,111E+03	0	0	8,111E+03

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall C, Aktivkohle, beladen; Abfall TV /kg	0	0	0	0
Abfall C3, Reiniger C zur Aufbereitung ; Abfall TV /kg	0	0	-273,213	-273,213
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen,unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Asche; AzV /kg	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-4,87	0	-74,096E-03	-4,945
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-20,628E-03	0	-313,824E-06	-20,942E-03
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-1,439E-03	0	-21,885E-06	-1,46E-03
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Klärschlamm, behandelt, zur MVA, 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	0	0
Klärschlamm, behandelt,zur Dep., 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	0	0
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Perchlorethylen (Reiniger C); RM /kg	-184,058	0	0	-184,058
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung Perchlorethylen; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-1,012	0	-1,012
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-20,679	0	-314,59E-03	-20,993
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-96,675E-03	0	-1,471E-03	-98,145E-03
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-739,645E-03	0	0	-739,645E-03
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-92,114	0	0	-92,114
Wasserkraft /MJ	-423,961	0	-6,45	-430,41

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

Abfall C, Aktivkohle, beladen; Abfall TV /kg	1,422	0	0	1,422
Abfall C3, Reiniger C zur Aufbereitung ; Abfall TV /kg	273,213	0	0	273,213
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	34,867E-03	0	34,867E-03
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen,unspezifiziert; AzB /kg	0	55,112E-03	0	55,112E-03
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	220,604E-03	0	3,356E-03	223,961E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	340,997E-03	0	5,188E-03	346,185E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	4,615E-03	0	70,215E-06	4,686E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	1,019E-03	0	15,502E-06	1,034E-03
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	629,367E-06	0	9,575E-06	638,942E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	42,617E-03	0	648,348E-06	43,265E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	959,036E-06	0	14,59E-06	973,626E-06
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	122,876E-09	14,863E-09	1,869E-09	139,609E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	12,839E-06	160,746E-09	195,326E-09	13,195E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	22,332E-06	88,194E-09	339,747E-09	22,76E-06
Asche; AzV /kg	0	0	13,365E-09	13,365E-09
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	179,956E-03	0	179,956E-03
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	2,816E-03	0	42,839E-06	2,859E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	3,588E+03	0	54,578	3,642E+03
Klärschlamm, behandelt, zur MVA, 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	8,641E-06	8,641E-06
Klärschlamm, behandelt,zur Dep., 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	43,203E-06	43,203E-06
Kühlwasser, erwärmt /m³	128,309	0	1,952	130,261
Perchlorethylen (Reiniger C); RM /kg	0	11,247	172,811	184,058
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	0	0	25,436E-21	25,436E-21
Sondermüll a. d. Herstellung Perchlorethylen; AzB /kg	0	43,864E-03	0	43,864E-03
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	739,645E-03	0	0	739,645E-03
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Klärschlamm, behandelt, 60% TS, atro; SeRo /kg	0	0	0	0
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Klärschlamm, behandelt, 60% TS, atro; SeRo /kg	0	0	17,281E-06	17,281E-06
Kraftwerksasche; SeRo /kg	49,992	0	760,543E-03	50,752
REA-Gips; SeRo /kg	47,371E-03	0	720,672E-06	48,092E-03

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	3,505E+03	3,505E+03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aktivkohle; Minork. /kg	-1,422	0	0	-1,422
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-804,175E-06	0	-12,234E-06	-816,409E-06
Argon (Ar); Minork. /kg	-17,399E-03	0	-264,691E-06	-17,663E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-124,87E-03	0	-1,9E-03	-126,77E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-1,1E-06	0	-2,436E-06	-3,537E-06
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-21,578E-03	0	-328,267E-06	-21,906E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-482,832E-06	0	-7,345E-06	-490,178E-06
Harze; Minork. /kg	-2,098E-03	0	-31,915E-06	-2,13E-03
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-1,89E-03	0	-28,749E-06	-1,918E-03
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-30,307E-03	0	-461,071E-06	-30,768E-03
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-18,814E-03	0	-286,221E-06	-19,1E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-17,382E-03	0	-264,438E-06	-17,646E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-1,084E-03	0	-16,491E-06	-1,1E-03
Polyacrylamid; Minork. /kg	-1,798E-03	0	-27,356E-06	-1,825E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-8,391E-03	0	-127,659E-06	-8,519E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-18,88E-03	0	-287,234E-06	-19,168E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-2,098E-03	0	-31,915E-06	-2,13E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-50,364E-03	0	-766,21E-06	-51,131E-03
TMT 15; Minork. /m³	-2,751E-09	0	-41,854E-12	-2,793E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-8,408E-03	0	-127,913E-06	-8,536E-03
organische Polyelektrolyte, Abwasserreinig.; Minork. /kg	0	0	-198,732E-09	-198,732E-09

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aktivkohle; Minork. /kg	0	0	0	0
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0
organische Polyelektrolyte, Abwasserreinig.; Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-5,277E+03	0	-80,274	-5,357E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	5,277E+03	0	80,274	5,357E+03
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	4,87	0	74,09E-03	4,944
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	0	8,641	8,641
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	154,04	0	2,343	156,384
Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	10,911E+03	0	165,986	11,077E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	4,903E+03	0	74,593	4,978E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-3,588E+03	0	-54,578	-3,642E+03
Massenbilanzausgleich Kläranlage-Input; MNB /kg	0	0	-1,054E-03	-1,054E-03
Massenbilanzausgleich Kläranlage-Output; MNB /kg	0	0	824,782E-06	824,782E-06
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	796,541E-03	0	0	796,541E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-6,822E+03	0	-2,145E+03	-8,967E+03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

Wasserdampf; MNB /kg	0	0	129,608	129,608

Tab. 4 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage C3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	26,815	0	368,013E-03	27,183
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	458,595	0	6,294	464,888
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	3,385E-03	0	11,887E-03	15,272E-03
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	36,434E-06	0	500,018E-09	36,934E-06
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	0	4,756E-03	4,756E-03
Chlor (Cl2); Em. Atmosph. /kg	0	24,192E-06	0	24,192E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	31,276E-03	1,331E-03	429,227E-06	33,036E-03
Dichlorethan (Cl2C2H4); Em. Atmosph. /kg	0	1,21E-03	0	1,21E-03
Dichlormethan (Cl2CH2); Em. Atmosph. /kg	0	0	189,517E-06	189,517E-06
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	0	47,16E-12	47,16E-12
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	33,26E+06	0	456,462E+03	33,717E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	106,472	0	1,461	107,934
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	3,94E-03	60,479E-06	54,067E-06	4,054E-03
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	1,78E+03	24,707	309,117	2,114E+03
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	471,422E-03	50,136E-03	1,257	1,778
Metalle; Em. Atmosph. /kg	0	532,213E-06	0	532,213E-06
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	3,822	90,509E-03	97,933E-03	4,01
NMVOC, chlor., unspez.; Em. Atmosph. /kg	0	7,862E-03	0	7,862E-03
NMVOC, fluorchlor., unspez.; Em Atmosph. /kg	0	1,814E-03	0	1,814E-03
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	128,364E-03	21,825E-03	94,088E-03	244,277E-03
PAK; Em. Atmosph. /kg	0	24,192E-06	0	24,192E-06
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	412,085E-06	7,783E-03	8,195E-03
Perchlorethylen (Tetrachlorethen (Cl4C2)); Em. Atmosph. /kg	0	0	382,634E-09	382,634E-09
Perchlorethylen, Emission Arbeitsplatz, diffus; Em. Atmosph. /kg	2,14	0	0	2,14
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	38,074E-09	0	522,519E-12	38,596E-09
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	1,427E+09	0	19,586E+06	1,447E+09
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	414,048	0	196,65	610,698
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	1,019	113,7E-03	957,494E-03	2,091
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	798,938E-06	13,636E-03	14,435E-03
Staub; Em. Atmosph. /kg	137,238E-03	50,802E-03	49,044E-03	237,084E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	6,19E+03	0	1,646E+03	7,836E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	1,115	117,147E-03	386,902E-03	1,619
Stoffe, org., unspez.; Em. Atmosph. /kg	0	2,177E-03	0	2,177E-03
TOC, gesamter organischer Kohlenstoff; Em. Atmosph. /kg	0	0	3,222E-03	3,222E-03
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	109,302E-06	0	1,5E-06	110,802E-06
Vinylchlorid VC (Monomer); Em. Atmosph. /kg	0	1,21E-03	0	1,21E-03
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	1,048E+03	0	146,85	1,194E+03
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	5,803E+03	0	79,643	5,883E+03
Wasserstoff (H2); Em. Atmosph. /kg	0	6,774E-03	0	6,774E-03
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	0	10,424E-06	10,424E-06

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	0	56,855E-09	56,855E-09
Aktinide; Em. Wasser /Bq	59,752E+03	0	820,03	60,572E+03
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	24,192E-06	0	24,192E-06
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	508,022E-06	1,582E-06	509,604E-06
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	5,806E-03	138,167E-06	5,944E-03
Calzium (Ca); Em. Wasser /kg	0	14,515E-03	0	14,515E-03
Carbonat (CO3); Em. Wasser /kg	0	217,724E-06	0	217,724E-06

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

Chlor (Cl); Em. Wasser /kg	0	471,735E-06	0	471,735E-06
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	126,717E-03	1,935	1,741E-03	2,064
Detergentien; Em. Wasser /kg	0	338,681E-06	0	338,681E-06
Dichlorethan (Cl2C2H4); Em. Wasser /kg	0	181,436E-06	0	181,436E-06
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	2,298E-03	0	2,298E-03
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	14,515E-03	0	14,515E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	991,852E-06	0	991,852E-06
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	510,076E-06	0	7E-06	517,076E-06
Gesamt-Phosphor (P); Em. Wasser /kg	0	0	66,331E-09	66,331E-09
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	120,958E-06	379,033E-09	121,337E-06
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	36,434E-06	0	500,018E-09	36,934E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	1,803	0	24,75E-03	1,828
Magnesium (Mg); Em. Wasser /kg	0	108,862E-06	0	108,862E-06
Metalle; Em. Wasser /kg	0	1,173E-03	0	1,173E-03
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	1,173	0	1,173
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	2,946E+03	0	40,433	2,987E+03
Phenole; Em. Wasser /kg	0	36,287E-06	0	36,287E-06
Phosphate (als P2O5 (Phosphor(V)-oxid)); Em. Wasser /kg	0	24,192E-06	0	24,192E-06
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	557,44E+03	0	7,65E+03	565,09E+03
Schwefel (S); Em. Wasser /kg	0	193,532E-06	0	193,532E-06
Stickstoffverbindungen, unspez.; Em. Wasser /kg	0	24,192E-06	0	24,192E-06
Stoffe, org., chloriert; Em. Wasser /kg	0	411,256E-06	0	411,256E-06
Stoffe, org., gelöst; Em. Wasser /kg	0	72,575E-06	0	72,575E-06
Stoffe, org.; Em. Wasser /kg	0	338,681E-06	0	338,681E-06
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	1,948	9,919E-03	26,741E-03	1,985
Säure (H+); Em. Wasser /kg	0	350,777E-06	0	350,777E-06
TOC; Em. Wasser /kg	0	1,814E-03	0	1,814E-03
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	972,461E+03	0	13,346E+03	985,807E+03
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	36,434E-06	0	500,018E-09	36,934E-06

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-1,331	0	-1,331
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-271,704	0	-3,729	-275,433
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-590,6	0	-8,105	-598,706
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-180,286	0	-2,474	-182,76
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-36,006	0	-494,154E-03	-36,5
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-4,665	-147,548	-152,214
Rohsteinkohle /kg	-227,386	-2,419	-3,121	-232,926
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-10,079	0	-138,326E-03	-10,217
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-12,808	-2,419	-4,308	-19,535

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Bauxit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,693E-03	0	-1,693E-03
Bentonit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-241,915E-06	0	-241,915E-06
Calziumsulfat (CaSO4), Gips; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-24,192E-06	0	-24,192E-06
Dolomit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-60,479E-06	0	-60,479E-06
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-4,838E-03	0	-4,838E-03
Flußspat; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-24,192E-06	0	-24,192E-06
Kaliumchlorid (KCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-36,287E-06	0	-36,287E-06
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-94,347E-03	0	-94,347E-03
Kies; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-12,096E-06	0	-12,096E-06
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-14,515	0	-14,515
Olivin; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-48,383E-06	0	-48,383E-06
Primärenergieäquivalent Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kWh	0	0	-857,269E-09	-857,269E-09
Rohstoff Sand; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-870,895E-03	0	-870,895E-03
Schiefer; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-72,575E-06	0	-72,575E-06
Schwefel (S); Rohstoff; mineralisch /kg	0	-18,265E-03	0	-18,265E-03
Ton; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-6,048E-03	0	-6,048E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-28,929E-03	-94,25E-06	-397,014E-06	-29,42E-03

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-161,786E+03	-1,331E+03	-2,22E+03	-165,337E+03
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-99,185E-03	-151,613E-03	-250,798E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	9,862E+03	0	0	9,862E+03

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall C, Aktivkohle, beladen; Abfall TV /kg	0	0	0	0
Abfall C3, Reiniger C zur Aufbereitung ; Abfall TV /kg	0	0	-290,718	-290,718
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen,unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Asche; AzV /kg	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-5,921	0	-81,259E-03	-6,002
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-25,078E-03	0	-344,163E-06	-25,422E-03
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-1,749E-03	0	-24,001E-06	-1,773E-03
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Klärschlamm, behandelt, zur MVA, 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	0	0
Klärschlamm, behandelt,zur Dep., 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	0	0
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Perchlorethylen (Reiniger C); RM /kg	-201,612	0	0	-201,612
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung Perchlorethylen; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-1,089	0	-1,089
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-25,139	0	-345,002E-03	-25,484
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-117,526E-03	0	-1,613E-03	-119,139E-03
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-713,419E-03	0	0	-713,419E-03
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-92,031	0	0	-92,031
Wasserkraft /MJ	-515,404	0	-7,073	-522,477

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

Abfall C, Aktivkohle, beladen; Abfall TV /kg	1,784	0	0	1,784
Abfall C3, Reiniger C zur Aufbereitung ; Abfall TV /kg	290,718	0	0	290,718
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	37,497E-03	0	37,497E-03
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen,unspezifiziert; AzB /kg	0	59,269E-03	0	59,269E-03
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	268,186E-03	0	3,681E-03	271,867E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	414,546E-03	0	5,689E-03	420,235E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	5,611E-03	0	77,003E-06	5,688E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	1,239E-03	0	17,001E-06	1,256E-03
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	765,114E-06	0	10,5E-06	775,614E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	51,809E-03	0	711,026E-06	52,52E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	1,166E-03	0	16,001E-06	1,182E-03
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	149,379E-09	15,985E-09	2,05E-09	167,414E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	15,608E-06	172,873E-09	214,208E-09	15,995E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	27,149E-06	94,848E-09	372,591E-09	27,616E-06
Asche; AzV /kg	0	0	14,657E-09	14,657E-09
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	193,532E-03	0	193,532E-03
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	3,423E-03	0	46,98E-06	3,47E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	4,361E+03	0	59,855	4,421E+03
Klärschlamm, behandelt, zur MVA, 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	9,476E-06	9,476E-06
Klärschlamm, behandelt,zur Dep., 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	47,379E-06	47,379E-06
Kühlwasser, erwärmt /m³	155,983	0	2,141	158,124
Perchlorethylen (Reiniger C); RM /kg	0	12,096	189,517	201,612
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	0	0	27,895E-21	27,895E-21
Sondermüll a. d. Herstellung Perchlorethylen; AzB /kg	0	47,173E-03	0	47,173E-03
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	713,419E-03	0	0	713,419E-03
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Klärschlamm, behandelt, 60% TS, atro; SeRo /kg	0	0	0	0
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Klärschlamm, behandelt, 60% TS, atro; SeRo /kg	0	0	18,952E-06	18,952E-06
Kraftwerksasche; SeRo /kg	60,775	0	834,066E-03	61,609
REA-Gips; SeRo /kg	57,588E-03	0	790,341E-06	58,379E-03

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	3,533E+03	3,533E+03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aktivkohle; Minork. /kg	-1,784	0	0	-1,784
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-977,626E-06	0	-13,417E-06	-991,043E-06
Argon (Ar); Minork. /kg	-21,151E-03	0	-290,279E-06	-21,442E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-151,803E-03	0	-2,083E-03	-153,887E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-1,338E-06	0	-2,672E-06	-4,009E-06
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-26,232E-03	0	-360,002E-06	-26,592E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-586,973E-06	0	-8,056E-06	-595,029E-06
Harze; Minork. /kg	-2,55E-03	0	-35E-06	-2,585E-03
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-2,297E-03	0	-31,528E-06	-2,329E-03
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-36,844E-03	0	-505,644E-06	-37,35E-03
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-22,872E-03	0	-313,89E-06	-23,186E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-21,131E-03	0	-290,001E-06	-21,421E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-1,318E-03	0	-18,085E-06	-1,336E-03
Polyacrylamid; Minork. /kg	-2,186E-03	0	-30E-06	-2,216E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-10,201E-03	0	-140,001E-06	-10,341E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-22,953E-03	0	-315,001E-06	-23,268E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-2,55E-03	0	-35E-06	-2,585E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-61,227E-03	0	-840,282E-06	-62,068E-03
TMT 15; Minork. /m³	-3,345E-09	0	-45,9E-12	-3,39E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-10,221E-03	0	-140,278E-06	-10,362E-03
organische Polyelektrolyte, Abwasserreinig.; Minork. /kg	0	0	-217,944E-09	-217,944E-09

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aktivkohle; Minork. /kg	0	0	0	0
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0
organische Polyelektrolyte, Abwasserreinig.; Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-6,415E+03	0	-88,034	-6,503E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	6,415E+03	0	88,034	6,503E+03
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	5,921	0	81,253E-03	6,002
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	0	9,476	9,476
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	187,265	0	2,57	189,835
Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	13,264E+03	0	182,032	13,446E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	5,961E+03	0	81,804	6,043E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-4,361E+03	0	-59,855	-4,421E+03
Massenbilanzausgleich Kläranlage-Input; MNB /kg	0	0	-1,155E-03	-1,155E-03
Massenbilanzausgleich Kläranlage-Output; MNB /kg	0	0	904,515E-06	904,515E-06
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	784,761E-03	0	0	784,761E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-8,293E+03	0	-2,171E+03	-10,464E+03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

Wasserdampf; MNB /kg	0	0	142,137	142,137

Tab. 5 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage C3, original

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, original

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichschargen a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	23,318	0	143,508E-03	23,462
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	398,783	0	2,454	401,237
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	2,943E-03	0	1,255E-03	4,198E-03
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	31,682E-06	0	194,983E-09	31,877E-06
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	0	496,698E-06	496,698E-06
Chlor (Cl2); Em. Atmosph. /kg	0	12,101E-06	0	12,101E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	27,197E-03	665,566E-06	167,378E-06	28,03E-03
Dichlorethan (Cl2C2H4); Em. Atmosph. /kg	0	605,06E-06	0	605,06E-06
Dichlormethan (Cl2CH2); Em. Atmosph. /kg	0	0	73,902E-06	73,902E-06
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	0	4,925E-12	4,925E-12
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	28,922E+06	0	177,998E+03	29,1E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	92,586	0	569,808E-03	93,156
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	3,426E-03	30,253E-06	21,084E-06	3,477E-03
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	1,548E+03	12,359	41,055	1,602E+03
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	409,938E-03	25,079E-03	143,289E-03	578,307E-03
Metalle; Em. Atmosph. /kg	0	266,226E-06	0	266,226E-06
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	3,323	45,275E-03	27,66E-03	3,396
NMVOC, chlor., unspez.; Em. Atmosph. /kg	0	3,933E-03	0	3,933E-03
NMVOC, fluorchlor., unspez.; Em Atmosph. /kg	0	907,59E-06	0	907,59E-06
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	111,622E-03	10,918E-03	13,422E-03	135,961E-03
PAK; Em. Atmosph. /kg	0	12,101E-06	0	12,101E-06
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	206,135E-06	1,928E-03	2,134E-03
Perchlorethylen (Tetrachlorethen (Cl4C2)); Em. Atmosph. /kg	2,171	0	149,209E-09	2,171
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	33,108E-09	0	203,758E-12	33,312E-09
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	1,241E+09	0	7,638E+06	1,249E+09
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	360,046	0	22,158	382,204
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	886,392E-03	56,876E-03	103,981E-03	1,047
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	399,648E-06	3,378E-03	3,778E-03
Staub; Em. Atmosph. /kg	119,339E-03	25,413E-03	5,659E-03	150,411E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	5,383E+03	0	196,192	5,579E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	969,509E-03	58,6E-03	70,977E-03	1,099
Stoffe, org., unspez.; Em. Atmosph. /kg	0	1,089E-03	0	1,089E-03
TOC, gesamter organischer Kohlenstoff; Em. Atmosph. /kg	0	0	1,256E-03	1,256E-03
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	95,046E-06	0	584,95E-09	95,631E-06
Vinylchlorid VC (Monomer); Em. Atmosph. /kg	0	605,06E-06	0	605,06E-06
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	910,939	0	19,44	930,379
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	5,046E+03	0	31,057	5,077E+03
Wasserstoff (H2); Em. Atmosph. /kg	0	3,388E-03	0	3,388E-03
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	0	1,089E-06	1,089E-06

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	0	22,171E-09	22,171E-09
Aktinide; Em. Wasser /Bq	51,959E+03	0	319,773	52,278E+03
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	12,101E-06	0	12,101E-06
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	254,125E-06	617,086E-09	254,742E-06
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	2,904E-03	53,879E-06	2,958E-03
Calzium (Ca); Em. Wasser /kg	0	7,261E-03	0	7,261E-03
Carbonat (CO3); Em. Wasser /kg	0	108,911E-06	0	108,911E-06
Chlor (Cl); Em. Wasser /kg	0	235,973E-06	0	235,973E-06
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	110,19E-03	968,096E-03	678,832E-06	1,079

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, original

Detergentien; Em. Wasser /kg	0	169,417E-06	0	169,417E-06
Dichlorethan (Cl2C2H4); Em. Wasser /kg	0	90,759E-06	0	90,759E-06
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	1,15E-03	0	1,15E-03
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	7,261E-03	0	7,261E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	496,149E-06	0	496,149E-06
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	443,55E-06	0	2,73E-06	446,28E-06
Gesamt-Phosphor (P); Em. Wasser /kg	0	0	25,866E-09	25,866E-09
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	60,506E-06	147,805E-09	60,654E-06
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	31,682E-06	0	194,983E-09	31,877E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	1,568	0	9,652E-03	1,578
Magnesium (Mg); Em. Wasser /kg	0	54,455E-06	0	54,455E-06
Metalle; Em. Wasser /kg	0	586,908E-06	0	586,908E-06
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	586,908E-03	0	586,908E-03
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	2,562E+03	0	15,767	2,578E+03
Phenole; Em. Wasser /kg	0	18,152E-06	0	18,152E-06
Phosphate (als P2O5 (Phosphor(V)-oxid)); Em. Wasser /kg	0	12,101E-06	0	12,101E-06
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	484,737E+03	0	2,983E+03	487,72E+03
Schwefel (S); Em. Wasser /kg	0	96,81E-06	0	96,81E-06
Stickstoffverbindungen, unspez.; Em. Wasser /kg	0	12,101E-06	0	12,101E-06
Stoffe, org., chloriert; Em. Wasser /kg	0	205,72E-06	0	205,72E-06
Stoffe, org., gelöst; Em. Wasser /kg	0	36,304E-06	0	36,304E-06
Stoffe, org.; Em. Wasser /kg	0	169,417E-06	0	169,417E-06
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	1,694	4,961E-03	10,428E-03	1,71
Säure (H+); Em. Wasser /kg	0	175,467E-06	0	175,467E-06
TOC; Em. Wasser /kg	0	907,59E-06	0	907,59E-06
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	845,629E+03	0	5,204E+03	850,834E+03
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	31,682E-06	0	194,983E-09	31,877E-06

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-665,566E-03	0	-665,566E-03
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-236,268	0	-1,454	-237,722
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-513,572	0	-3,161	-516,733
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-156,772	0	-964,833E-03	-157,737
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-31,31	0	-192,696E-03	-31,503
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-2,334	-57,537	-59,871
Rohsteinkohle /kg	-197,73	-1,21	-1,217	-200,157
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-8,765	0	-53,94E-03	-8,819
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-11,137	-1,21	-1,092	-13,44

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Bauxit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-847,084E-06	0	-847,084E-06
Bentonit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-121,012E-06	0	-121,012E-06
Calziumsulfat (CaSO4), Gips; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-12,101E-06	0	-12,101E-06
Dolomit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-30,253E-06	0	-30,253E-06
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-2,42E-03	0	-2,42E-03
Flußspat; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-12,101E-06	0	-12,101E-06
Kaliumchlorid (KCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-18,152E-06	0	-18,152E-06
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-47,195E-03	0	-47,195E-03
Kies; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-6,051E-06	0	-6,051E-06
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-7,261	0	-7,261
Olivin; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-24,202E-06	0	-24,202E-06
Primärenergieäquivalent Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kWh	0	0	-334,294E-09	-334,294E-09
Rohstoff Sand; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-435,643E-03	0	-435,643E-03
Schiefer; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-36,304E-06	0	-36,304E-06
Schwefel (S); Rohstoff; mineralisch /kg	0	-9,136E-03	0	-9,136E-03
Ton; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-3,025E-03	0	-3,025E-03
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-25,156E-03	-47,146E-06	-154,817E-06	-25,358E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, original

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-140,686E+03	-665,566	-865,83	-142,217E+03
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-49,615E-03	-59,122E-03	-108,737E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	8,575E+03	0	0	8,575E+03

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall C, Aktivkohle, beladen; Abfall TV /kg	0	0	0	0
Abfall C3, Reiniger C zur Aufbereitung ; Abfall TV /kg	0	0	-86,524	-86,524
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen,unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Asche; AzV /kg	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-5,149	0	-31,687E-03	-5,18
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-21,807E-03	0	-134,207E-06	-21,941E-03
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-1,521E-03	0	-9,359E-06	-1,53E-03
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Klärschlamm, behandelt, zur MVA, 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	0	0
Klärschlamm, behandelt,zur Dep., 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	0	0
Kontaktwasser C3, PER-haltig (AzB); Abfall TV /kg	0	0	0	0
Kontaktwasser aus Aufbereitung, PER- u. Öl-haltig; RohabwB /kg	0	0	0	0
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Perchlorethylen (Reiniger C); RM /kg	-79,953	0	0	-79,953
Reinigungslösung C3 (T-R); Stoffstrom, intern /kg	-19,235E-15	0	0	-19,235E-15
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung Perchlorethylen; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-544,554E-03	0	-544,554E-03
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-21,86	0	-134,535E-03	-21,995
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-102,198E-03	0	-628,964E-06	-102,827E-03
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-352,009E-03	0	0	-352,009E-03
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-6,747	0	0	-6,747
Wasserkraft /MJ	-448,183	0	-2,758	-450,941

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, original

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall C, Aktivkohle, beladen; Abfall TV /kg	1,467	0	0	1,467
Abfall C3, Reiniger C zur Aufbereitung ; Abfall TV /kg	86,524	0	0	86,524
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	18,757E-03	0	18,757E-03
Abfall a. d. Herstellung Perchlorethylen,unspezifiziert; AzB /kg	0	29,648E-03	0	29,648E-03
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	233,208E-03	0	1,435E-03	234,644E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	360,479E-03	0	2,219E-03	362,698E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	4,879E-03	0	30,027E-06	4,909E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	1,077E-03	0	6,629E-06	1,084E-03
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	665,325E-06	0	4,095E-06	669,42E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	45,052E-03	0	277,266E-06	45,329E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	1,014E-03	0	6,239E-06	1,02E-03
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	129,897E-09	7,996E-09	799,432E-12	138,692E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	13,573E-06	86,475E-09	83,531E-09	13,743E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	23,608E-06	47,445E-09	145,293E-09	23,801E-06
Asche; AzV /kg	0	0	5,715E-09	5,715E-09
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	96,81E-03	0	96,81E-03
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	2,977E-03	0	18,32E-06	2,995E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	3,793E+03	0	23,341	3,816E+03
Klärschlamm, behandelt, zur MVA, 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	3,695E-06	3,695E-06
Klärschlamm, behandelt,zur Dep., 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	18,476E-06	18,476E-06
Kontaktwasser C3, PER-haltig (AzB); Abfall TV /kg	5,28	0	0	5,28
Kontaktwasser aus Aufbereitung, PER- u. Öl-haltig; RohabwB /kg	0	0	2,053	2,053
Kühlwasser, erwärmt /m³	135,639	0	834,773E-03	136,474
Perchlorethylen (Reiniger C); RM /kg	0	6,051	73,902	79,953
Reinigungslösung C3 (T-R); Stoffstrom, intern /kg	0	0	0	0
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	0	0	10,878E-21	10,878E-21
Sondermüll a. d. Herstellung Perchlorethylen; AzB /kg	0	23,597E-03	0	23,597E-03
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	352,009E-03	0	0	352,009E-03
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Klärschlamm, behandelt, 60% TS, atro; SeRo /kg	0	0	0	0
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Klärschlamm, behandelt, 60% TS, atro; SeRo /kg	0	0	7,39E-06	7,39E-06
Kraftwerksasche; SeRo /kg	52,848	0	325,246E-03	53,173
REA-Gips; SeRo /kg	50,078E-03	0	308,195E-06	50,386E-03

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, original

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	368,931	368,931

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aktivkohle; Minork. /kg	-1,467	0	0	-1,467
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-850,121E-06	0	-5,232E-06	-855,353E-06
Argon (Ar); Minork. /kg	-18,393E-03	0	-113,195E-06	-18,506E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-132,005E-03	0	-812,405E-06	-132,817E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-1,163E-06	0	-1,042E-06	-2,205E-06
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-22,81E-03	0	-140,384E-06	-22,951E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-510,418E-06	0	-3,141E-06	-513,56E-06
Harze; Minork. /kg	-2,218E-03	0	-13,648E-06	-2,231E-03
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-1,998E-03	0	-12,294E-06	-2,01E-03
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-32,039E-03	0	-197,177E-06	-32,236E-03
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-19,889E-03	0	-122,402E-06	-20,011E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-18,375E-03	0	-113,087E-06	-18,488E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-1,146E-03	0	-7,052E-06	-1,153E-03
Polyacrylamid; Minork. /kg	-1,901E-03	0	-11,699E-06	-1,913E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-8,871E-03	0	-54,594E-06	-8,925E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-19,959E-03	0	-122,836E-06	-20,082E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-2,218E-03	0	-13,648E-06	-2,231E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-53,242E-03	0	-327,67E-06	-53,57E-03
TMT 15; Minork. /m³	-2,908E-09	0	-17,899E-12	-2,926E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-8,888E-03	0	-54,702E-06	-8,943E-03
organische Polyelektrolyte, Abwasserreinig.; Minork. /kg	0	0	-84,988E-09	-84,988E-09

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aktivkohle; Minork. /kg	0	0	0	0
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0
organische Polyelektrolyte, Abwasserreinig.; Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-5,578E+03	0	-34,329	-5,612E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	5,578E+03	0	34,329	5,612E+03
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	5,148	0	31,685E-03	5,18
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	0	3,695	3,695
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	162,841	0	1,002	163,843

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C3, original

Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	11,534E+03	0	70,984	11,605E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	5,183E+03	0	31,9	5,215E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-3,793E+03	0	-23,341	-3,816E+03
Massenbilanzausgleich Kläranlage-Input; MNB /kg	0	0	-450,557E-06	-450,557E-06
Massenbilanzausgleich Kläranlage-Output; MNB /kg	0	0	352,718E-06	352,718E-06
Restverschmutzung; MNB /kg	58,668E-03	0	0	58,668E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-7,211E+03	0	-259,23	-7,471E+03
Wasserdampf; MNB /kg	0	0	55,427	55,427
Wassereintrag durch Verunreinigungen,Teile, Luftfeuchte; MNB /kg	-7,334	0	0	-7,334

Tab. 6 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage C4, Reinigungsaufgabe K4, anlagen-spez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	49,904	3,885E-03	423,918E-03	50,332
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	853,457	66,439E-03	7,25	860,773
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	6,299E-03	490,394E-09	4,14E-03	10,44E-03
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	67,805E-06	5,278E-09	575,975E-09	68,386E-06
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	0	1,642E-03	1,642E-03
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	58,205E-03	9,935E-03	494,43E-06	68,635E-03
Dichlorethan (Cl2C2H4); Em. Atmosph. /kg	0	3,972E-03	0	3,972E-03
Dichlormethan (Cl2CH2); Em. Atmosph. /kg	0	0	218,306E-06	218,306E-06
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	0	16,277E-12	16,277E-12
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	61,898E+06	4,819E+03	525,802E+03	62,429E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	198,148	15,425E-03	1,683	199,847
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	7,332E-03	397,794E-06	62,281E-06	7,792E-03
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	3,313E+03	125,09	131,298	3,57E+03
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	877,329E-03	367,3E-03	466,755E-03	1,711
Metalle; Em. Atmosph. /kg	0	4,369E-03	0	4,369E-03
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	7,113	262,034E-03	82,805E-03	7,457
NMVOC, chlor., unspez.; Em. Atmosph. /kg	0	23,833E-03	0	23,833E-03
NMVOC, fluorchlor., unspez.; Em Atmosph. /kg	0	1,589E-03	0	1,589E-03
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	238,888E-03	143,193E-03	42,316E-03	424,397E-03
PAK; Em. Atmosph. /kg	0	198,612E-06	0	198,612E-06
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	1,353E-03	5,722E-03	7,076E-03
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	70,856E-09	5,516E-12	601,894E-12	71,463E-09
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	2,656E+09	206,754E+03	22,561E+06	2,679E+09
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	770,554	59,985E-03	72,456	843,07
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	1,897	953,484E-03	341,757E-03	3,192
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	2,624E-03	10,026E-03	12,65E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Atmosph. /kg	0	39,722E-06	0	39,722E-06
Staub; Em. Atmosph. /kg	255,403E-03	222,465E-03	18,446E-03	496,315E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	11,52E+03	896,764E-03	636,808	12,157E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	2,075	511,983E-03	217,217E-03	2,804
Stoffe, org., unspez.; Em. Atmosph. /kg	0	19,067E-03	0	19,067E-03
TOC, gesamter organischer Kohlenstoff; Em. Atmosph. /kg	0	0	3,711E-03	3,711E-03
Trichlorethylen, Emission Arbeitsplatz, diffus; Em. Atmosph. /kg	28,254	0	0	28,254
Trichlorethylen; Em. Atmosph. /kg	0	0	440,759E-09	440,759E-09
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	203,414E-06	15,835E-09	1,728E-06	205,158E-06
Vinylchlorid VC (Monomer); Em. Atmosph. /kg	0	3,972E-03	0	3,972E-03
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	1,95E+03	151,766E-03	62,283	2,012E+03
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	10,8E+03	840,734E-03	91,741	10,892E+03
Wasserstoff (H2); Em. Atmosph. /kg	0	10,725E-03	0	10,725E-03
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	0	3,598E-06	3,598E-06

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	0	65,492E-09	65,492E-09
Aktinide; Em. Wasser /Bq	111,2E+03	8,657	944,599	112,153E+03
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	158,889E-06	0	158,889E-06
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	5,958E-03	1,823E-06	5,96E-03
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	25,82E-03	159,156E-06	25,979E-03
Calzium (Ca); Em. Wasser /kg	0	131,084E-03	0	131,084E-03
Carbonat (CO3); Em. Wasser /kg	0	317,779E-06	0	317,779E-06
Chlor (Cl); Em. Wasser /kg	0	3,972E-03	0	3,972E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	235,824E-03	14,3	2,005E-03	14,538
Detergentien; Em. Wasser /kg	0	2,9E-03	0	2,9E-03
Dichlorethan (Cl2C2H4); Em. Wasser /kg	0	1,629E-03	0	1,629E-03
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	158,889E-06	0	158,889E-06
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	115,195E-03	0	115,195E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	5,164E-03	0	5,164E-03
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	949,264E-06	73,897E-09	8,064E-06	957,402E-06
Gesamt-Phosphor (P); Em. Wasser /kg	0	0	76,407E-09	76,407E-09
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	913,614E-06	436,611E-09	914,051E-06
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	67,805E-06	5,278E-09	575,975E-09	68,386E-06
Kupfer (Cu); Em. Wasser /kg	0	39,722E-06	0	39,722E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	3,356	261,27E-06	28,51E-03	3,385
Metalle; Em. Wasser /kg	0	4,767E-03	0	4,767E-03
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	9,136	0	9,136
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	5,483E+03	426,822E-03	46,575	5,53E+03
Phenole; Em. Wasser /kg	0	436,946E-06	0	436,946E-06
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	1,037E+06	80,759	8,812E+03	1,046E+06
Schwefel (S); Em. Wasser /kg	0	1,668E-03	0	1,668E-03
Stoffe, org., chloriert; Em. Wasser /kg	0	4,767E-03	0	4,767E-03
Stoffe, org., gelöst; Em. Wasser /kg	0	476,668E-06	0	476,668E-06
Stoffe, org.; Em. Wasser /kg	0	158,889E-06	0	158,889E-06
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	3,626	8,227E-03	30,803E-03	3,665
Säure (H+); Em. Wasser /kg	0	2,622E-03	0	2,622E-03
TOC; Em. Wasser /kg	0	119,167E-06	0	119,167E-06
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	1,81E+06	140,885	15,373E+03	1,825E+06
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	67,805E-06	5,278E-09	575,975E-09	68,386E-06

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-238,334E-03	0	-238,334E-03
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-505,649	-39,363E-03	-4,295	-509,983
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-1,099E+03	-85,563E-03	-9,337	-1,109E+03
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-335,517	-26,119E-03	-2,85	-338,393
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-67,008	-5,216E-03	-569,22E-03	-67,583
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-15,849	-169,962	-185,811
Rohsteinkohle /kg	-423,172	-15,922	-3,595	-442,688
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-18,758	-1,46E-03	-159,338E-03	-18,918
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-23,835	-18,672	-3,241	-45,748

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Barit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-15,889E-03	0	-15,889E-03
Bauxit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-7,547E-03	0	-7,547E-03
Bentonit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-357,501E-06	0	-357,501E-06
Blei (Pb); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-39,722E-06	0	-39,722E-06
Dolomit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-198,612E-06	0	-198,612E-06
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-19,067E-03	0	-19,067E-03
Flußspat; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-79,445E-06	0	-79,445E-06
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-794,447E-03	0	-794,447E-03
Kies; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-79,445E-06	0	-79,445E-06
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-75,472	0	-75,472
Olivin; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-158,889E-06	0	-158,889E-06
Primärenergieäquivalent Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kWh	0	0	-987,496E-09	-987,496E-09
Rohstoff Sand; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-7,547	0	-7,547
Schiefer; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-119,167E-06	0	-119,167E-06
Ton; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-51,639E-03	0	-51,639E-03
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-53,837E-03	-875,223E-06	-457,324E-06	-55,169E-03

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-301,089E+03	-1,771E+03	-2,558E+03	-305,418E+03
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-317,779E-03	-174,645E-03	-492,423E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	18,25E+03	0	0	18,25E+03

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall C4, Molsorber (Adsorbereinheit, beladen); Abfall TV /kg	0	0	0	0
Abfall C4, Reiniger C (TRI) zur Aufbereitung; Abfall TV /kg	0	0	-253,235	-253,235
Abfall a. d. Herstellung Trichlorethylen, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Trichlorethylen,unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Asche; AzV /kg	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-11,019	-857,792E-06	-93,602E-03	-11,113
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-46,67E-03	-3,633E-06	-396,444E-06	-47,07E-03
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-3,255E-03	-253,361E-09	-27,647E-06	-3,283E-03
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Klärschlamm, behandelt, zur MVA, 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	0	0
Klärschlamm, behandelt,zur Dep., 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	0	0
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Molsorber (Adsorbereinheit), Anlage C4; Vorpr./Prod. /kg	-1,403	0	0	-1,403
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung Trichlorethylen; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-8,401	0	-8,401
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-46,784	-3,642E-03	-397,411E-03	-47,185
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-218,719E-03	-17,027E-06	-1,858E-03	-220,594E-03
Trichlorethylen (Reiniger C); RM /kg	-258,028	0	0	-258,028
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-7,405	0	0	-7,405
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-23,5	0	0	-23,5
Wasserkraft /MJ	-959,18	-74,669E-03	-8,148	-967,402

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall C4, Molsorber (Adsorbereinheit, beladen); Abfall TV /kg	1,403	0	0	1,403
Abfall C4, Reiniger C (TRI) zur Aufbereitung; Abfall TV /kg	253,235	0	0	253,235
Abfall a. d. Herstellung Trichlorethylen, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	222,445E-03	0	222,445E-03
Abfall a. d. Herstellung Trichlorethylen,unspezifiziert; AzB /kg	0	162,862E-03	0	162,862E-03
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	499,101E-03	38,853E-06	4,24E-03	503,38E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	771,481E-03	60,057E-06	6,553E-03	778,094E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	10,442E-03	812,867E-09	88,7E-06	10,531E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	2,305E-03	179,464E-09	19,583E-06	2,325E-03
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	1,424E-03	110,846E-09	12,095E-06	1,436E-03
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	96,418E-03	7,506E-06	819,037E-06	97,245E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	2,17E-03	168,907E-09	18,431E-06	2,188E-03
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	277,999E-09	147,741E-09	2,361E-09	428,102E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	29,048E-06	1,6E-06	246,748E-09	30,894E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	50,525E-06	880,407E-09	429,191E-09	51,835E-06
Asche; AzV /kg	0	0	16,883E-09	16,883E-09
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	873,892E-03	0	873,892E-03
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	6,371E-03	495,939E-09	54,117E-06	6,425E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	8,117E+03	631,846E-03	68,947	8,186E+03
Klärschlamm, behandelt, zur MVA, 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	10,915E-06	10,915E-06
Klärschlamm, behandelt,zur Dep., 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	54,576E-06	54,576E-06
Kühlwasser, erwärmt /m³	290,289	22,598E-03	2,466	292,777
Molsorber (Adsorbereinheit), Anlage C4; Vorpr./Prod. /kg	0	0	0	0
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	0	0	32,132E-21	32,132E-21
Sondermüll a. d. Herstellung Trichlorethylen; AzB /kg	0	242,306E-03	0	242,306E-03
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Trichlorethylen (Reiniger C); RM /kg	0	39,722	218,306	258,028
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	7,405	0	0	7,405
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Klärschlamm, behandelt, 60% TS, atro; SeRo /kg	0	0	0	0
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0
Schwefel (S), SeRo /kg	0	-43,297E-03	0	-43,297E-03

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Klärschlamm, behandelt, 60% TS, atro; SeRo /kg	0	0	21,831E-06	21,831E-06
Kraftwerksasche; SeRo /kg	113,103	8,805E-03	960,768E-03	114,073
REA-Gips; SeRo /kg	107,174E-03	8,343E-06	910,4E-06	108,092E-03
Schwefel (S), SeRo /kg	0	0	0	0

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	1,219E+03	1,219E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-1,819E-03	-141,633E-09	-15,455E-06	-1,835E-03
Argon (Ar); Minork. /kg	-39,363E-03	-3,064E-06	-334,375E-06	-39,701E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-282,51E-03	-21,992E-06	-2,4E-03	-284,932E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-2,49E-06	-193,814E-12	-3,077E-06	-5,567E-06
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-48,818E-03	-3,8E-06	-414,689E-06	-49,236E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-1,092E-03	-85,038E-09	-9,279E-06	-1,102E-03
Harze; Minork. /kg	-4,746E-03	-369,473E-09	-40,317E-06	-4,787E-03
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-4,275E-03	-332,819E-09	-36,317E-06	-4,312E-03
Kaliumchlorid (KCl); Minork. /kg	0	-119,167E-06	0	-119,167E-06
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-68,567E-03	-5,338E-06	-582,456E-06	-69,155E-03
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-42,565E-03	-3,314E-06	-361,573E-06	-42,93E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-39,325E-03	-3,061E-06	-334,055E-06	-39,663E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-2,452E-03	-190,915E-09	-20,833E-06	-2,473E-03
Polyacrylamid; Minork. /kg	-4,068E-03	-316,691E-09	-34,557E-06	-4,103E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-18,985E-03	-1,478E-06	-161,268E-06	-19,147E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-42,716E-03	-3,325E-06	-362,853E-06	-43,082E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-4,746E-03	-369,473E-09	-40,317E-06	-4,787E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-113,946E-03	-8,87E-06	-967,927E-06	-114,923E-03
TMT 15; Minork. /m³	-6,224E-09	-484,535E-15	-52,872E-12	-6,278E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-19,022E-03	-1,481E-06	-161,588E-06	-19,185E-03
organische Polyelektrolyte, Abwasserreinig.; Minork. /kg	0	0	-251,052E-09	-251,052E-09

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Kaliumchlorid (KCl); Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0
organische Polyelektrolyte, Abwasserreinig.; Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-11,938E+03	-929,319E-03	-101,407	-12,04E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	11,938E+03	929,319E-03	101,407	12,04E+03
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	11,018	857,733E-06	93,596E-03	11,113
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	0	10,915	10,915
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	348,505	27,13E-03	2,96	351,492
Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	24,684E+03	1,922	209,684	24,896E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	11,093E+03	863,554E-03	94,231	11,188E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-8,117E+03	-631,846E-03	-68,947	-8,186E+03
Massenbilanzausgleich Kläranlage-Input; MNB /kg	0	0	-1,331E-03	-1,331E-03
Massenbilanzausgleich Kläranlage-Output; MNB /kg	0	0	1,042E-03	1,042E-03
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	38,971E-03	0	0	38,971E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-15,434E+03	-1,201	-841,207	-16,276E+03
Wasserdampf; MNB /kg	0	0	163,729	163,729

Tab. 7 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage C6, Reinigungsaufgabe W6, anlagen-spez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	23,111	3,983E-03	377,254E-03	23,492
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	395,235	68,118E-03	6,452	401,755
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	2,917E-03	613,596E-09	20,8E-03	23,718E-03
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	31,4E-06	5,412E-09	512,574E-09	31,918E-06
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	0	8,337E-03	8,337E-03
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	26,955E-03	10,195E-03	440,005E-06	37,59E-03
Dichlorethan (Cl2C2H4); Em. Atmosph. /kg	0	4,073E-03	0	4,073E-03
Dichlormethan (Cl2CH2); Em. Atmosph. /kg	0	0	194,275E-06	194,275E-06
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	0	82,656E-12	82,656E-12
Distickstoffmonoxid (N2O), Lachgas; Em. Atmosph. /kg	0	638,16E-09	0	638,16E-09
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	28,665E+06	4,94E+03	467,924E+03	29,138E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	91,762	15,815E-03	1,498	93,276
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	3,395E-03	407,881E-06	55,425E-06	3,859E-03
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	1,534E+03	128,324	519,587	2,182E+03
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	406,29E-03	376,621E-03	2,173	2,956
Metalle; Em. Atmosph. /kg	0	4,48E-03	0	4,48E-03
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	3,294	268,697E-03	127,451E-03	3,69
NMVOC, chlor., unspez.; Em. Atmosph. /kg	0	24,436E-03	0	24,436E-03
NMVOC, fluorchlor., unspez.; Em Atmosph. /kg	0	1,629E-03	0	1,629E-03
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	110,629E-03	146,812E-03	156,028E-03	413,47E-03
PAK; Em. Atmosph. /kg	0	203,631E-06	0	203,631E-06
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	1,387E-03	10,903E-03	12,29E-03
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	32,813E-09	5,655E-12	535,64E-12	33,355E-09
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	1,23E+09	211,979E+03	20,078E+06	1,25E+09
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	356,843	61,501E-03	340,529	697,433
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	878,506E-03	978,111E-03	1,668	3,525
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	2,69E-03	19,102E-03	21,792E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Atmosph. /kg	0	40,726E-06	0	40,726E-06
Staub; Em. Atmosph. /kg	118,277E-03	228,259E-03	84,587E-03	431,123E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	5,335E+03	919,429E-03	2,824E+03	8,16E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	960,883E-03	525,258E-03	602,646E-03	2,089
Stoffe, org., unspez.; Em. Atmosph. /kg	0	19,549E-03	0	19,549E-03
TOC, gesamter organischer Kohlenstoff; Em. Atmosph. /kg	0	0	3,303E-03	3,303E-03
Trichlorethylen, Emission Arbeitsplatz, diffus; Em. Atmosph. /kg	30,031	0	0	30,031
Trichlorethylen; Em. Atmosph. /kg	495,697E-03	0	392,242E-09	495,697E-03
VOC, flüchtige organ. Verbindungen; Em. Atmosph. /kg	0	280,611E-06	0	280,611E-06
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	94,201E-06	16,235E-09	1,538E-06	95,755E-06
Vinylchlorid VC (Monomer); Em. Atmosph. /kg	0	4,073E-03	0	4,073E-03
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	968,238	155,601E-03	246,92	1,215E+03
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	5,001E+03	861,983E-03	81,643	5,084E+03
Wasserstoff (H2); Em. Atmosph. /kg	0	10,996E-03	0	10,996E-03
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	0	18,269E-06	18,269E-06

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	0	58,283E-09	58,283E-09
Aktinide; Em. Wasser /Bq	51,496E+03	8,875	840,621	52,346E+03
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	162,905E-06	0	162,905E-06
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	6,109E-03	1,622E-06	6,111E-03
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	26,473E-03	141,636E-06	26,614E-03
Calzium (Ca); Em. Wasser /kg	0	134,397E-03	0	134,397E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

Carbonat (CO3); Em. Wasser /kg	0	325,81E-06	0	325,81E-06
Chlor (Cl); Em. Wasser /kg	0	4,073E-03	0	4,073E-03
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	109,21E-03	14,694	1,785E-03	14,805
Detergentien; Em. Wasser /kg	0	2,973E-03	0	2,973E-03
Dichlorethan (Cl2C2H4); Em. Wasser /kg	0	1,67E-03	0	1,67E-03
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	162,905E-06	0	162,905E-06
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	118,185E-03	0	118,185E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	5,297E-03	0	5,297E-03
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	439,604E-06	75,765E-09	7,176E-06	446,855E-06
Gesamt-Phosphor (P); Em. Wasser /kg	0	0	67,996E-09	67,996E-09
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	936,705E-06	388,551E-09	937,093E-06
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	31,4E-06	5,412E-09	512,574E-09	31,918E-06
Kupfer (Cu); Em. Wasser /kg	0	40,726E-06	0	40,726E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	1,554	267,874E-06	25,372E-03	1,58
Metalle; Em. Wasser /kg	0	4,891E-03	0	4,891E-03
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	9,376	0	9,376
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	2,539E+03	437,61E-03	41,448	2,581E+03
Phenole; Em. Wasser /kg	0	447,989E-06	0	447,989E-06
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	480,424E+03	82,8	7,842E+03	488,349E+03
Schwefel (S); Em. Wasser /kg	0	1,711E-03	0	1,711E-03
Stoffe, org., chloriert; Em. Wasser /kg	0	4,887E-03	0	4,887E-03
Stoffe, org., gelöst; Em. Wasser /kg	0	488,716E-06	0	488,716E-06
Stoffe, org.; Em. Wasser /kg	0	162,905E-06	0	162,905E-06
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	1,679	8,713E-03	27,412E-03	1,715
Säure (H+); Em. Wasser /kg	0	2,702E-03	0	2,702E-03
TOC; Em. Wasser /kg	0	122,179E-06	0	122,179E-06
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	838,105E+03	144,446	13,681E+03	851,931E+03
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	31,4E-06	5,412E-09	512,574E-09	31,918E-06

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-254,427E-03	0	-254,427E-03
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-234,165	-40,358E-03	-3,822	-238,028
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-509,003	-87,725E-03	-8,309	-517,399
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-155,377	-26,779E-03	-2,536	-157,941
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-31,031	-5,348E-03	-506,562E-03	-31,543
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-16,256	-151,253	-167,509
Rohsteinkohle /kg	-195,97	-16,338	-3,199	-215,507
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-8,687	-1,497E-03	-141,799E-03	-8,83
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-11,038	-19,147	-5,969	-36,155

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Barit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-16,291E-03	0	-16,291E-03
Bauxit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-7,738E-03	0	-7,738E-03
Bentonit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-366,537E-06	0	-366,537E-06
Blei (Pb); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-40,726E-06	0	-40,726E-06
Dolomit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-203,631E-06	0	-203,631E-06
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-19,575E-03	0	-19,575E-03
Flußspat; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-81,453E-06	0	-81,453E-06
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-814,526E-03	0	-814,526E-03
Kies; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-81,453E-06	0	-81,453E-06
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-77,426	0	-77,426
Olivin; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-162,905E-06	0	-162,905E-06
Primärenergieäquivalent Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kWh	0	0	-878,796E-09	-878,796E-09
Rohstoff Sand; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-7,738	0	-7,738
Schiefer; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-122,179E-06	0	-122,179E-06
Ton; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-52,944E-03	0	-52,944E-03
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-24,932E-03	-898,24E-06	-406,984E-06	-26,237E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-139,434E+03	-1,817E+03	-2,276E+03	-143,527E+03
Trinkwasser; H2O-Entnahme /kg	0	-72,401	0	-72,401
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-325,921E-03	-155,42E-03	-481,341E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	5,484E+03	0	0	5,484E+03
Abwärme übers Dach; Abwärme Dach /MJ	2,925E+03	0	0	2,925E+03

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall C, Aktivkohle, beladen; Abfall TV /kg	0	0	0	0
Abfall C6, Reiniger C (TRI) zur Aufbereitung; Abfall TV /kg	0	0	-371,649	-371,649
Abfall Ionenaustauschharz; AzV /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Trichlorethylen, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Trichlorethylen,unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Wasservollentsalzung, unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall aus der Wasservollentsalzung, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abwasser C6 (Sonderabfall, LAGA-Nr. 55224); Abwasser TV /kg	0	0	0	0
Asche; AzV /kg	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-5,103	-879,472E-06	-83,299E-03	-5,187
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-21,613E-03	-3,725E-06	-352,805E-06	-21,969E-03
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-1,507E-03	-259,765E-09	-24,604E-06	-1,532E-03
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Klärschlamm, behandelt, zur MVA, 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	0	0
Klärschlamm, behandelt,zur Dep., 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	0	0
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. H2O-Vollentsalzung; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung Trichlorethylen; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-8,622	0	-8,622
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-21,666	-3,734E-03	-353,666E-03	-22,023
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-101,289E-03	-17,457E-06	-1,653E-03	-102,96E-03
Trichlorethylen (Reiniger C); RM /kg	-235,002	0	0	-235,002
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-19,91	0	0	-19,91
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-168	0	0	-168

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

Wasser (H2O), entsalzt; Vorpr./Prod. /kg	-68,847	0	0	-68,847
Wasserkraft /MJ	-444,195	-76,556E-03	-7,251	-451,523

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall C, Aktivkohle, beladen; Abfall TV /kg	1,515	0	0	1,515
Abfall C6, Reiniger C (TRI) zur Aufbereitung; Abfall TV /kg	371,649	0	0	371,649
Abfall Ionenaustauschharz; AzV /kg	0	689,53E-06	0	689,53E-06
Abfall a. d. Herstellung Trichlorethylen, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	228,067E-03	0	228,067E-03
Abfall a. d. Herstellung Trichlorethylen,unspezifiziert; AzB /kg	0	166,978E-03	0	166,978E-03
Abfall a. d. Wasservollentsalzung, unspezifiziert; AzB /kg	0	501,013E-06	0	501,013E-06
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	231,133E-03	39,835E-06	3,773E-03	234,946E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	357,272E-03	61,575E-06	5,832E-03	363,166E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	4,836E-03	833,411E-09	78,936E-06	4,915E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	1,068E-03	184E-09	17,428E-06	1,085E-03
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	659,405E-06	113,647E-09	10,764E-06	670,283E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	44,651E-03	7,696E-06	728,88E-06	45,388E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	1,005E-03	173,176E-09	16,402E-06	1,021E-03
Abfall aus der Wasservollentsalzung, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	45,509E-06	0	45,509E-06
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	128,741E-09	151,626E-09	2,102E-09	282,468E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	13,452E-06	1,642E-06	219,587E-09	15,313E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	23,398E-06	903,552E-09	381,947E-09	24,684E-06
Abwasser C6 (Sonderabfall, LAGA-Nr. 55224); Abwasser TV /kg	3,442	0	0	3,442
Asche; AzV /kg	0	0	15,025E-09	15,025E-09
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	897,017E-03	0	897,017E-03
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	2,95E-03	508,473E-09	48,16E-06	2,999E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	3,759E+03	647,816E-03	61,358	3,821E+03
Klärschlamm, behandelt, zur MVA, 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	9,714E-06	9,714E-06
Klärschlamm, behandelt,zur Dep., 60% TS, atro; AzB /kg	0	0	48,569E-06	48,569E-06
Kühlwasser, erwärmt /m³	134,432	23,77E-03	2,194	136,651
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	0	0	28,595E-21	28,595E-21
Sondermüll a. H2O-Vollentsalzung; AzB /kg	0	1,833E-06	0	1,833E-06
Sondermüll a. d. Herstellung Trichlorethylen; AzB /kg	0	248,43E-03	0	248,43E-03
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Trichlorethylen (Reiniger C); RM /kg	0	40,726	194,275	235,002
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	19,91	0	0	19,91
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasser (H2O), entsalzt; Vorpr./Prod. /kg	0	68,847	0	68,847
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aschen und Schlacken; SeRo /kg	0	0	0	0
Klärschlamm, behandelt, 60% TS, atro; SeRo /kg	0	0	0	0
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0
Schwefel (S), SeRo /kg	0	-44,392E-03	0	-44,392E-03

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aschen und Schlacken; SeRo /kg	0	1,474E-03	0	1,474E-03
Klärschlamm, behandelt, 60% TS, atro; SeRo /kg	0	0	19,428E-06	19,428E-06
Kraftwerksasche; SeRo /kg	52,378	9,027E-03	855,01E-03	53,242

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

REA-Gips; SeRo /kg	49,632E-03	422,031E-06	810,187E-06	50,864E-03
Schwefel (S), SeRo /kg	0	0	0	0

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	6,192E+03	6,192E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aktivkohle; Minork. /kg	-1,515	0	0	-1,515
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-842,557E-06	-145,213E-09	-13,754E-06	-856,456E-06
Argon (Ar); Minork. /kg	-18,229E-03	-3,142E-06	-297,568E-06	-18,53E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-130,83E-03	-22,548E-06	-2,136E-03	-132,988E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-1,153E-06	-198,712E-12	-2,739E-06	-3,892E-06
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-22,607E-03	-3,896E-06	-369,042E-06	-22,98E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-505,877E-06	-87,187E-09	-8,258E-06	-514,222E-06
Harze; Minork. /kg	-2,198E-03	-378,811E-09	-35,879E-06	-2,234E-03
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-1,98E-03	-341,231E-09	-32,32E-06	-2,013E-03
Ionenaustauschharz; Minork. /kg	0	-758,483E-06	0	-758,483E-06
Kaliumchlorid (KCl); Minork. /kg	0	-122,179E-06	0	-122,179E-06
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-31,754E-03	-959,982E-06	-518,341E-06	-33,232E-03
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-19,712E-03	-3,397E-06	-321,772E-06	-20,037E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-18,212E-03	-3,139E-06	-297,283E-06	-18,512E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-1,136E-03	-195,74E-09	-18,539E-06	-1,154E-03
Polyacrylamid; Minork. /kg	-1,884E-03	-324,695E-09	-30,753E-06	-1,915E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-8,792E-03	-1,515E-06	-143,516E-06	-8,937E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-19,782E-03	-3,409E-06	-322,911E-06	-20,108E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-2,198E-03	-378,811E-09	-35,879E-06	-2,234E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-52,768E-03	-9,094E-06	-861,382E-06	-53,639E-03
TMT 15; Minork. /m³	-2,882E-09	-496,781E-15	-47,052E-12	-2,93E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-8,809E-03	-1,518E-06	-143,801E-06	-8,955E-03
organische Polyelektrolyte, Abwasserreinig.; Minork. /kg	0	0	-223,417E-09	-223,417E-09

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aktivkohle; Minork. /kg	0	0	0	0
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Ionenaustauschharz; Minork. /kg	0	0	0	0
Kaliumchlorid (KCl); Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage C6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0
organische Polyelektrolyte, Abwasserreinig.; Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-5,528E+03	-952,806E-03	-90,245	-5,62E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	5,528E+03	952,806E-03	90,245	5,62E+03
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	5,103	879,411E-06	83,293E-03	5,187
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	3,669	9,714	13,383
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	161,392	27,816E-03	2,635	164,055
Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	11,431E+03	1,97	186,603	11,62E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	5,137E+03	885,38E-03	83,859	5,222E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-3,759E+03	-647,816E-03	-61,358	-3,821E+03
Massenbilanzausgleich Kläranlage-Input; MNB /kg	0	0	-1,184E-03	-1,184E-03
Massenbilanzausgleich Kläranlage-Output; MNB /kg	0	0	927,228E-06	927,228E-06
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	826,162E-03	0	0	826,162E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-7,147E+03	-1,232	-3,723E+03	-10,871E+03
Wasserdampf; MNB /kg	0	0	145,707	145,707

Tab. 8 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage K2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenpez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Acetaldehyd (CH3-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	3,948E-06	0	3,948E-06
Aceton (CH3-CO-CH3); Em. Atmosph. /kg	0	3,955E-06	0	3,955E-06
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	5,542	0	0	5,542
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	94,772	0	0	94,772
Aldehyde (R-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	40,829E-09	0	40,829E-09
Alkane; Em. Atmosph. /kg	0	1,361E-03	0	1,361E-03
Alkene; Em. Atmosph. /kg	0	4,062E-06	0	4,062E-06
Aluminium (Al); Em. Atmosph. /kg	0	34,801E-06	0	34,801E-06
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	699,524E-06	7,775E-06	10,837E-03	11,544E-03
Antimon (Sb); Em. Atmosph. /kg	0	17,206E-09	0	17,206E-09
Arsen (As); Em. Atmosph. /kg	0	2,8E-06	0	2,8E-06
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	7,529E-06	0	0	7,529E-06
Barium (Ba); Em. Atmosph. /kg	0	157,612E-09	0	157,612E-09
Benzo(a)pyren; Em. Atmosph. /kg	0	10,863E-09	0	10,863E-09
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	533,577E-06	4,335E-03	4,868E-03
Beryllium (Be); Em. Atmosph. /kg	0	1,649E-09	0	1,649E-09
Blei (Pb); Em. Atmosph. /kg	0	15,735E-06	0	15,735E-06
Bor (B); Em. Atmosph. /kg	0	7,222E-06	0	7,222E-06
Brom (Br); Em. Atmosph. /kg	0	1,557E-06	0	1,557E-06
Butan (C4H10); Em. Atmosph. /kg	0	5,241E-03	0	5,241E-03
Buten (C4H8); Em. Atmosph. /kg	0	123,535E-06	0	123,535E-06
Cadmium (Cd); Em. Atmosph. /kg	0	6,979E-06	0	6,979E-06
Calzium (Ca); Em. Atmosph. /kg	0	49,548E-06	0	49,548E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	6,567E-03	862,455E-06	0	7,429E-03
Chrom (Cr); Em. Atmosph. /kg	0	4,283E-06	0	4,283E-06
Cyanide; Em. Atmosph. /kg	0	13,134E-09	0	13,134E-09
Dichlorethen (Cl2C2H2); Em. Atmosph. /kg	0	142,601E-09	0	142,601E-09
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	196,139E-12	43,501E-12	239,641E-12
Distickstoffmonoxid (N2O), Lachgas; Em. Atmosph. /kg	0	416,223E-06	0	416,223E-06
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	6,873E+06	0	0	6,873E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	40,079	0	0	40,079
Eisen (Fe); Em. Atmosph. /kg	0	78,72E-06	0	78,72E-06
Essigsäure (CH3COOH); Em. Atmosph. /kg	0	16,38E-06	0	16,38E-06
Ethan (C2H6); Em. Atmosph. /kg	0	1,293E-03	0	1,293E-03
Ethanol (C2H5OH); Em. Atmosph. /kg	0	7,874E-06	0	7,874E-06
Ethen (C2H4); Em. Atmosph. /kg	0	254,642E-06	0	254,642E-06
Ethin (C2H2); Em. Atmosph. /kg	0	293,459E-09	0	293,459E-09
Ethylbenzol (C6H5-C2H5); Em. Atmosph. /kg	0	126,406E-06	0	126,406E-06
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	828,433E-06	97,859E-06	0	926,292E-06
Formaldehyd (HCHO); Em. Atmosph. /kg	0	16,795E-06	0	16,795E-06
H 1301 Halon; Em. Atmosph. /kg	0	18,645E-06	0	18,645E-06
Helium (He); Em. Atmosph. /kg	0	3,833E-03	0	3,833E-03
Heptan (C7H16); Em. Atmosph. /kg	0	1,235E-03	0	1,235E-03
Hexafluorethan (CF3CF3); Em. Atmosph. /kg	0	113,331E-09	0	113,331E-09
Hexan (C6H14); Em. Atmosph. /kg	0	2,611E-03	0	2,611E-03
Iod (I); Em. Atmosph. /kg	0	745,859E-09	0	745,859E-09
Kalium (K); Em. Atmosph. /kg	0	4,205E-06	0	4,205E-06
Kobalt (Co); Em. Atmosph. /kg	0	7,163E-06	0	7,163E-06
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	580,46	49,439	243,593	873,492
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	131,622E-03	58,67E-03	1,101	1,291
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Atmosph. /kg	0	2,847E-06	0	2,847E-06
Kupfer (Cu); Em. Atmosph. /kg	0	12,792E-06	0	12,792E-06
Lanthan; Em. Atmosph. /kg	0	13,93E-09	0	13,93E-09
Magnesium (Mg); Em. Atmosph. /kg	0	12,357E-06	0	12,357E-06
Mangan (Mn); Em. Atmosph. /kg	0	3,024E-06	0	3,024E-06
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	1,173	308,38E-03	29,471E-03	1,511

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

Methanol (CH3OH); Em. Atmosph. /kg	0	12,015E-06	0	12,015E-06
Molybdän (Mo); Em. Atmosph. /kg	0	3,502E-06	0	3,502E-06
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	44,737	588,958E-03	69,438E-03	45,396
Natrium (Na+); Em. Atmosph. /kg	0	196,376E-06	0	196,376E-06
Nickel (Ni); Em. Atmosph. /kg	0	213,744E-06	0	213,744E-06
PAK; Em. Atmosph. /kg	0	217,655E-09	0	217,655E-09
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	2,345E-03	1,537E-03	3,882E-03
Pentan (C5H12); Em. Atmosph. /kg	0	6,605E-03	0	6,605E-03
Phenole; Em. Atmosph. /kg	0	6,335E-09	0	6,335E-09
Phosphor (P); Em. Atmosph. /kg	0	4,031E-06	0	4,031E-06
Propan (C3H8); Em. Atmosph. /kg	0	5,175E-03	0	5,175E-03
Propen (C3H6); Em. Atmosph. /kg	0	247,827E-06	0	247,827E-06
Propionaldehyd; Em. Atmosph. /kg	0	2,604E-09	0	2,604E-09
Propionsäure (CH3-CH2-COOH); Em. Atmosph. /kg	0	81,808E-09	0	81,808E-09
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	7,868E-09	551,919E-09	0	559,787E-09
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	294,924E+06	0	0	294,924E+06
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	104,751	0	175,243	279,995
Scandium (Sc); Em. Atmosph. /kg	0	5,269E-09	0	5,269E-09
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	236,702E-03	326,363E-03	869,405E-03	1,432
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	4,406E-03	2,693E-03	7,099E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Atmosph. /kg	0	8,427E-06	0	8,427E-06
Selen (Se); Em. Atmosph. /kg	0	3,026E-06	0	3,026E-06
Silizium (Si); Em. Atmosph. /kg	0	90,189E-06	0	90,189E-06
Staub; Em. Atmosph. /kg	32,298E-03	63,904E-03	43,501E-03	139,704E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	2,337E+03	0	1,433E+03	3,77E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	499,78E-03	248,329E-03	209,965E-03	958,074E-03
Strontium (Sr); Em. Atmosph. /kg	0	554,045E-09	0	554,045E-09
Tetrafluormethan (CF4), Kühlmittel FC 14; Em. Atmosph. /kg	0	908,146E-09	0	908,146E-09
Thallium (Tl); Em. Atmosph. /kg	0	1,363E-09	0	1,363E-09
Thorium (Th); Em. Atmosph. /kg	0	28,979E-09	0	28,979E-09
Titan (Ti); Em. Atmosph. /kg	0	1,497E-06	0	1,497E-06
Toluol (C7H8); Em. Atmosph. /kg	0	765,472E-06	0	765,472E-06
Uran (U); Em. Atmosph. /kg	0	12,768E-09	0	12,768E-09
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	22,588E-06	870,217E-06	0	892,805E-06
Vinylchlorid VC (Monomer); Em. Atmosph. /kg	0	81,058E-09	0	81,058E-09
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	756,948	0	115,565	872,513
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	1,199E+03	0	0	1,199E+03
Xylol; Em. Atmosph. /kg	0	508,46E-06	0	508,46E-06
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	17,703E-06	0	17,703E-06
Zinn (Sn); Em. Atmosph. /kg	0	11,042E-09	0	11,042E-09
Zirkonium (Zr); Em. Atmosph. /kg	0	7,49E-09	0	7,49E-09

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	14,036E-06	0	14,036E-06
Aktinide; Em. Wasser /Bq	12,348E+03	0	0	12,348E+03
Alkane; Em. Wasser /kg	0	507,426E-06	0	507,426E-06
Alkene; Em. Wasser /kg	0	46,059E-06	0	46,059E-06
Aluminium (Al); Em. Wasser /kg	0	1,325E-03	0	1,325E-03
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	7,88E-03	0	7,88E-03
Antimon (Sb); Em. Wasser /kg	0	39,403E-09	0	39,403E-09
Arsen (As); Em. Wasser /kg	0	5,469E-06	0	5,469E-06
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	323,361E-06	0	323,361E-06
Barit; Em. Wasser /kg	0	72,087E-03	0	72,087E-03
Barium (Ba); Em. Wasser /kg	0	9,89E-03	0	9,89E-03
Benzol (C6H6); Em. Wasser /kg	0	507,907E-06	0	507,907E-06
Blei (Pb); Em. Wasser /kg	0	17,875E-06	0	17,875E-06
Bor (B); Em. Wasser /kg	0	114,246E-06	0	114,246E-06
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	10,139E-03	0	10,139E-03
Cadmium (Cd); Em. Wasser /kg	0	4,08E-06	0	4,08E-06
Calzium (Ca); Em. Wasser /kg	0	134,127E-03	0	134,127E-03
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	26,187E-03	2,075	0	2,101
Chrom VI (Cr); Em. Wasser /kg	0	2,154E-09	0	2,154E-09
Chrom-III (Cr); Em. Wasser /kg	0	46,961E-06	0	46,961E-06
Cyanid (CN-); Em. Wasser /kg	0	15,867E-06	0	15,867E-06
Cäsium (Cs); Em. Wasser /kg	0	3,903E-06	0	3,903E-06
DOC, gelöster organischer Kohlenstoff; Em. Wasser /kg	0	1,629E-06	0	

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

Dichlorethen (Cl2C2H2); Em. Wasser /kg	0	71,149E-09	0	71,149E-09
Dichlormethan (Cl2CH2); Em. Wasser /kg	0	3,422E-06	0	3,422E-06
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	1,995E-03	0	1,995E-03
Ethylbenzol (C6H5-C2H5); Em. Wasser /kg	0	93,731E-06	0	93,731E-06
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	222,59E-03	0	222,59E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	540,799E-06	0	540,799E-06
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	105,411E-06	72,418E-03	0	72,523E-03
Fettsäuren als C, unspez.; Em. Wasser /kg	0	19,809E-03	0	19,809E-03
Fluorid (F-); Em. Wasser /kg	0	69,569E-06	0	69,569E-06
Glutaraldehyd; Em. Wasser /kg	0	8,888E-06	0	8,888E-06
Hypochlorige Säure (HClO); Em. Wasser /kg	0	7,439E-06	0	7,439E-06
Hypochlorition (ClO-); Em. Wasser /kg	0	7,439E-06	0	7,439E-06
Iod (I); Em. Wasser /kg	0	390,31E-06	0	390,31E-06
Kalium (K); Em. Wasser /kg	0	18,938E-03	0	18,938E-03
Kobalt (Co); Em. Wasser /kg	0	2,589E-06	0	2,589E-06
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	718,998E-09	0	718,998E-09
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	7,529E-06	2,35E-03	0	2,358E-03
Kupfer (Cu); Em. Wasser /kg	0	13,398E-06	0	13,398E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	5,961	0	0	5,961
Magnesium (Mg); Em. Wasser /kg	0	6,709E-03	0	6,709E-03
Mangan (Mn); Em. Wasser /kg	0	241,731E-06	0	241,731E-06
Molybdän (Mo); Em. Wasser /kg	0	6,696E-06	0	6,696E-06
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	1,263	0	1,263
Nickel (Ni); Em. Wasser /kg	0	17,697E-06	0	17,697E-06
Nitrat (NO3-); Em. Wasser /kg	0	2,333E-03	0	2,333E-03
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	608,842	0	0	608,842
PAK; Em. Wasser /kg	0	50,747E-06	0	50,747E-06
Phenole; Em. Wasser /kg	0	515,248E-06	0	515,248E-06
Phosphat (PO4 3-); Em. Wasser /kg	0	106,339E-06	0	106,339E-06
Phosphor (P); Em. Wasser /kg	0	69,8E-09	0	69,8E-09
Quecksilber (Hg); Em. Wasser /kg	0	29,828E-09	0	29,828E-09
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	115,199E+03	0	0	115,199E+03
Rubidium (Rb); Em. Wasser /kg	0	39,028E-06	0	39,028E-06
Salze; Em. Wasser /kg	0	2,428E-03	0	2,428E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Wasser /kg	0	374,516E-09	0	374,516E-09
Selen (Se); Em. Wasser /kg	0	9,362E-06	0	9,362E-06
Silber (Ag); Em. Wasser /kg	0	2,342E-06	0	2,342E-06
Silizium (Si); Em. Wasser /kg	0	1,719E-06	0	1,719E-06
Stickstoff (N), org. gebunden; Em. Wasser /kg	0	1,297E-03	0	1,297E-03
Stickstoffverbindungen als N; Em. Wasser /kg	0	7,659E-03	0	7,659E-03
Strontium (Sr); Em. Wasser /kg	0	23,632E-03	0	23,632E-03
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	402,669E-03	67,614E-03	0	470,283E-03
Sulfid (SO3); Em. Wasser /kg	0	112,534E-06	0	112,534E-06
Sulfite; Em. Wasser /kg	0	362,508E-09	0	362,508E-09
Säuren, unspez.; Em. Wasser /kg	0	1,869E-06	0	1,869E-06
TOC; Em. Wasser /kg	0	32,978E-03	0	32,978E-03
Titan (Ti); Em. Wasser /kg	0	77,601E-06	0	77,601E-06
Toluol (C7H8); Em. Wasser /kg	0	460,939E-06	0	460,939E-06
Tributylzinn; Em. Wasser /kg	0	5,216E-06	0	5,216E-06
Trichlorethylen; Em. Wasser /kg	0	12,234E-09	0	12,234E-09
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	200,966E+03	0	0	200,966E+03
Vanadium (V) Em. Wasser /kg	0	9,625E-06	0	9,625E-06
Wolfram (W); Em. Wasser /kg	0	8,931E-09	0	8,931E-09
Xylol; Em. Wasser /kg	0	367,189E-06	0	367,189E-06
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	7,529E-06	45,585E-06	0	53,114E-06
Zinn (Sn); Em. Wasser /kg	0	11,108E-09	0	11,108E-09

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-1,367	0	-1,367
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-57,149	0	0	-57,149

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-124,223	0	0	-124,223
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-37,92	0	0	-37,92
Roherdölgas; Rohstoff, fossil /kg	0	-2,959	0	-2,959
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-119,011	0	0	-119,011
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-240,665E-03	0	-240,665E-03
Rohsteinkohle /kg	-47,879	-1,155	0	-49,034
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-2,083	0	0	-2,083
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-2,69	-79,526	-816,157E-03	-83,031

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Barit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-370,082E-03	0	-370,082E-03
Bauxit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-2,722E-03	0	-2,722E-03
Bentonit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-27,567E-03	0	-27,567E-03
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-370,968E-03	0	-370,968E-03
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-519,831E-03	0	-519,831E-03
Kupfer (Cu); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,035E-03	0	-1,035E-03
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-3,078E-03	0	-3,078E-03
Primärenergieäquivalent Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kWh	-12,354	0	0	-12,354
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-5,978E-03	-53,262E-06	0	-6,032E-03

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohstammholz; Rohstoff, regenerativ /kg	0	-16,267E-03	0	-16,267E-03

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-33,434E+03	0	0	-33,434E+03
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-437,219E-03	0	-437,219E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	2,016E+03	0	0	2,016E+03
Abwärme übers Dach; Abwärme Dach /MJ	18,162	0	0	18,162

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall K2, Destillensumpf (LAGA-Nr. 54113); Abfall TV /kg	0	0	-77,404	-77,404
Abfall K2, Kontaktwasser (LAGA-Nr. 54408); Abfall TV /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung synth. Isoparaffine, unspez.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Asche; AzV /kg	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-1,224	0	0	-1,224
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-5,182E-03	0	0	-5,182E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-361,408E-06	0	0	-361,408E-06
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Isoparaffine,synthetische (Reiniger K); RM /kg	-65,836	0	0	-65,836
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Raffinerieschlamm/ Bilgenöl, Sonderabfall; AzB /kg	0	0	0	0
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung synth. Isoparaffine; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-1,451	0	-1,451
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-5,288	0	0	-5,288
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-24,288E-03	0	0	-24,288E-03
Trinkwasser; Vorpr./Prod. /kg	-353,145	0	0	-353,145
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-267,174	0	0	-267,174
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-70,124	0	0	-70,124
Wasserkraft /MJ	-108,4	0	0	-108,4

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall K2, Destillensumpf (LAGA-Nr. 54113); Abfall TV /kg	77,404	0	0	77,404
Abfall K2, Kontaktwasser (LAGA-Nr. 54408); Abfall TV /kg	20,553	0	0	20,553
Abfall a. d. Herstellung synth. Isoparaffine, unspez.; AzB /kg	0	866,29E-03	0	866,29E-03
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	55,422E-03	0	0	55,422E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	85,669E-03	0	0	85,669E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	1,16E-03	0	0	1,16E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	255,997E-06	0	0	255,997E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	158,116E-06	0	0	158,116E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	10,707E-03	0	0	10,707E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	240,939E-06	0	0	240,939E-06
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	33,014E-09	9,029E-09	0	42,044E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	3,281E-06	97,648E-09	0	3,378E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	5,611E-06	53,576E-09	0	5,664E-06
Asche; AzV /kg	211,21E-03	0	0	211,21E-03
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	707,433E-06	0	0	707,433E-06
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	917,441	0	0	917,441
Isoparaffine,synthetische (Reiniger K); RM /kg	0	65,836	0	65,836
Kühlwasser, erwärmt /m³	32,235	0	0	32,235
Raffinerieschlamm/ Bilgenöl, Sonderabfall; AzB /kg	0	32,326E-03	0	32,326E-03
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	401,984E-15	0	0	401,984E-15
Sondermüll a. d. Herstellung synth. Isoparaffine; AzB /kg	0	32,115E-06	0	32,115E-06
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Trinkwasser; Vorpr./Prod. /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	280,533	0	0	280,533
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	12,559	0	0	12,559
REA-Gips; SeRo /kg	11,901E-03	0	0	11,901E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	3,437E+03	3,437E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-202,033E-06	0	0	-202,033E-06
Argon (Ar); Minork. /kg	-4,371E-03	0	0	-4,371E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-31,371E-03	0	0	-31,371E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-276,466E-09	0	0	-276,466E-09
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-5,421E-03	0	0	-5,421E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-121,302E-06	0	0	-121,302E-06
Harze; Minork. /kg	-527,036E-06	0	0	-527,036E-06
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-474,751E-06	0	0	-474,751E-06
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-7,614E-03	0	0	-7,614E-03
Mineralien, unspezifiziert; Minork. /kg	0	-420,299E-06	0	-420,299E-06
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-4,727E-03	0	0	-4,727E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-4,367E-03	0	0	-4,367E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-272,331E-06	0	0	-272,331E-06
Polyacrylamid; Minork. /kg	-451,745E-06	0	0	-451,745E-06
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-2,108E-03	0	0	-2,108E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-4,743E-03	0	0	-4,743E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-527,036E-06	0	0	-527,036E-06
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-12,653E-03	0	0	-12,653E-03
TMT 15; Minork. /m³	-691,166E-12	0	0	-691,166E-12
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-2,112E-03	0	0	-2,112E-03

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
Mineralien, unspezifiziert; Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-1,326E+03	0	0	-1,326E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	1,326E+03	0	0	1,326E+03
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	1,224	0	0	1,224
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	167,35	0	167,35
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	38,7	0	0	38,7
Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	2,741E+03	0	0	2,741E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	1,232E+03	0	0	1,232E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-901,299	0	0	-901,299
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	691,155E-03	0	0	691,155E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-3,121E+03	0	-1,889E+03	-5,01E+03
Wassereintrag durch Verunreinigungen,Teile, Luftfeuchte; MNB /kg	-20,553	0	0	-20,553

Tab. 9 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage K2, Reinigungsaufgabe W2, betriebspez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Acetaldehyd (CH3-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	3,947E-06	0	3,947E-06
Aceton (CH3-CO-CH3); Em. Atmosph. /kg	0	3,955E-06	0	3,955E-06
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	7,412	0	0	7,412
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	126,762	0	0	126,762
Aldehyde (R-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	40,825E-09	0	40,825E-09
Alkane; Em. Atmosph. /kg	0	1,36E-03	0	1,36E-03
Alkene; Em. Atmosph. /kg	0	4,062E-06	0	4,062E-06
Aluminium (Al); Em. Atmosph. /kg	0	34,798E-06	0	34,798E-06
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	935,646E-06	7,775E-06	10,836E-03	11,779E-03
Antimon (Sb); Em. Atmosph. /kg	0	17,205E-09	0	17,205E-09
Arsen (As); Em. Atmosph. /kg	0	2,8E-06	0	2,8E-06
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	10,071E-06	0	0	10,071E-06
Barium (Ba); Em. Atmosph. /kg	0	157,598E-09	0	157,598E-09
Benzo(a)pyren; Em. Atmosph. /kg	0	10,862E-09	0	10,862E-09
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	533,529E-06	4,334E-03	4,868E-03
Beryllium (Be); Em. Atmosph. /kg	0	1,649E-09	0	1,649E-09
Blei (Pb); Em. Atmosph. /kg	0	15,733E-06	0	15,733E-06
Bor (B); Em. Atmosph. /kg	0	7,222E-06	0	7,222E-06
Brom (Br); Em. Atmosph. /kg	0	1,556E-06	0	1,556E-06
Butan (C4H10); Em. Atmosph. /kg	0	5,241E-03	0	5,241E-03
Buten (C4H8); Em. Atmosph. /kg	0	123,524E-06	0	123,524E-06
Cadmium (Cd); Em. Atmosph. /kg	0	6,978E-06	0	6,978E-06
Calzium (Ca); Em. Atmosph. /kg	0	49,544E-06	0	49,544E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	8,813E-03	862,378E-06	0	9,676E-03
Chrom (Cr); Em. Atmosph. /kg	0	4,283E-06	0	4,283E-06
Cyanide; Em. Atmosph. /kg	0	13,133E-09	0	13,133E-09
Dichlorethen (Cl2C2H2); Em. Atmosph. /kg	0	142,589E-09	0	142,589E-09
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	196,122E-12	43,497E-12	239,619E-12
Distickstoffmonoxid (N2O), Lachgas; Em. Atmosph. /kg	0	416,186E-06	0	416,186E-06
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	9,194E+06	0	0	9,194E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	58,885	0	0	58,885
Eisen (Fe); Em. Atmosph. /kg	0	78,713E-06	0	78,713E-06
Essigsäure (CH3COOH); Em. Atmosph. /kg	0	16,379E-06	0	16,379E-06
Ethan (C2H6); Em. Atmosph. /kg	0	1,293E-03	0	1,293E-03
Ethanol (C2H5OH); Em. Atmosph. /kg	0	7,873E-06	0	7,873E-06
Ethen (C2H4); Em. Atmosph. /kg	0	254,619E-06	0	254,619E-06
Ethin (C2H2); Em. Atmosph. /kg	0	293,432E-09	0	293,432E-09
Ethylbenzol (C6H5-C2H5); Em. Atmosph. /kg	0	126,394E-06	0	126,394E-06
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	1,112E-03	97,85E-06	0	1,21E-03
Formaldehyd (HCHO); Em. Atmosph. /kg	0	16,793E-06	0	16,793E-06
H 1301 Halon; Em. Atmosph. /kg	0	18,643E-06	0	18,643E-06
Helium (He); Em. Atmosph. /kg	0	3,832E-03	0	3,832E-03
Heptan (C7H16); Em. Atmosph. /kg	0	1,235E-03	0	1,235E-03
Hexafluorethan (CF3CF3); Em. Atmosph. /kg	0	113,32E-09	0	113,32E-09
Hexan (C6H14); Em. Atmosph. /kg	0	2,611E-03	0	2,611E-03
Iod (I); Em. Atmosph. /kg	0	745,792E-09	0	745,792E-09
Kalium (K); Em. Atmosph. /kg	0	4,204E-06	0	4,204E-06
Kobalt (Co); Em. Atmosph. /kg	0	7,162E-06	0	7,162E-06
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	838,436	49,434	243,569	1,131E+03
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	186,034E-03	58,665E-03	1,101	1,345
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Atmosph. /kg	0	2,846E-06	0	2,846E-06
Kupfer (Cu); Em. Atmosph. /kg	0	12,791E-06	0	12,791E-06
Lanthan; Em. Atmosph. /kg	0	13,928E-09	0	13,928E-09
Magnesium (Mg); Em. Atmosph. /kg	0	12,356E-06	0	12,356E-06
Mangan (Mn); Em. Atmosph. /kg	0	3,024E-06	0	3,024E-06
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	1,681	308,352E-03	29,469E-03	2,019

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

Methanol (CH3OH); Em. Atmosph. /kg	0	12,014E-06	0	12,014E-06
Molybdän (Mo); Em. Atmosph. /kg	0	3,501E-06	0	3,501E-06
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	44,875	588,905E-03	69,431E-03	45,533
Natrium (Na+); Em. Atmosph. /kg	0	196,359E-06	0	196,359E-06
Nickel (Ni); Em. Atmosph. /kg	0	213,725E-06	0	213,725E-06
PAK; Em. Atmosph. /kg	0	217,635E-09	0	217,635E-09
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	2,344E-03	1,537E-03	3,881E-03
Pentan (C5H12); Em. Atmosph. /kg	0	6,605E-03	0	6,605E-03
Phenole; Em. Atmosph. /kg	0	6,334E-09	0	6,334E-09
Phosphor (P); Em. Atmosph. /kg	0	4,031E-06	0	4,031E-06
Propan (C3H8); Em. Atmosph. /kg	0	5,175E-03	0	5,175E-03
Propen (C3H6); Em. Atmosph. /kg	0	247,805E-06	0	247,805E-06
Propionaldehyd; Em. Atmosph. /kg	0	2,604E-09	0	2,604E-09
Propionsäure (CH3-CH2-COOH); Em. Atmosph. /kg	0	81,801E-09	0	81,801E-09
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	10,524E-09	551,869E-09	0	562,393E-09
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	394,475E+06	0	0	394,475E+06
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	145,711	0	175,226	320,937
Scandium (Sc); Em. Atmosph. /kg	0	5,269E-09	0	5,269E-09
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	324,205E-03	326,334E-03	869,32E-03	1,52
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	4,405E-03	2,693E-03	7,098E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Atmosph. /kg	0	8,426E-06	0	8,426E-06
Selen (Se); Em. Atmosph. /kg	0	3,025E-06	0	3,025E-06
Silizium (Si); Em. Atmosph. /kg	0	90,181E-06	0	90,181E-06
Staub; Em. Atmosph. /kg	44,35E-03	63,899E-03	43,497E-03	151,745E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	3,435E+03	0	1,433E+03	4,868E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	747,117E-03	248,306E-03	209,944E-03	1,205
Strontium (Sr); Em. Atmosph. /kg	0	553,995E-09	0	553,995E-09
Tetrafluormethan (CF4), Kühlmittel FC 14; Em. Atmosph. /kg	0	908,064E-09	0	908,064E-09
Thallium (Tl); Em. Atmosph. /kg	0	1,363E-09	0	1,363E-09
Thorium (Th); Em. Atmosph. /kg	0	28,977E-09	0	28,977E-09
Titan (Ti); Em. Atmosph. /kg	0	1,497E-06	0	1,497E-06
Toluol (C7H8); Em. Atmosph. /kg	0	765,403E-06	0	765,403E-06
Uran (U); Em. Atmosph. /kg	0	12,767E-09	0	12,767E-09
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	30,213E-06	870,139E-06	0	900,352E-06
Vinylchlorid VC (Monomer); Em. Atmosph. /kg	0	81,05E-09	0	81,05E-09
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	1,17E+03	0	115,553	1,286E+03
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	1,604E+03	0	0	1,604E+03
Xylol; Em. Atmosph. /kg	0	508,414E-06	0	508,414E-06
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	17,702E-06	0	17,702E-06
Zinn (Sn); Em. Atmosph. /kg	0	11,041E-09	0	11,041E-09
Zirkonium (Zr); Em. Atmosph. /kg	0	7,49E-09	0	7,49E-09

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	14,035E-06	0	14,035E-06
Aktinide; Em. Wasser /Bq	16,516E+03	0	0	16,516E+03
Alkane; Em. Wasser /kg	0	507,381E-06	0	507,381E-06
Alkene; Em. Wasser /kg	0	46,055E-06	0	46,055E-06
Aluminium (Al); Em. Wasser /kg	0	1,325E-03	0	1,325E-03
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	7,879E-03	0	7,879E-03
Antimon (Sb); Em. Wasser /kg	0	39,399E-09	0	39,399E-09
Arsen (As); Em. Wasser /kg	0	5,468E-06	0	5,468E-06
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	323,332E-06	0	323,332E-06
Barit; Em. Wasser /kg	0	72,081E-03	0	72,081E-03
Barium (Ba); Em. Wasser /kg	0	9,889E-03	0	9,889E-03
Benzol (C6H6); Em. Wasser /kg	0	507,861E-06	0	507,861E-06
Blei (Pb); Em. Wasser /kg	0	17,873E-06	0	17,873E-06
Bor (B); Em. Wasser /kg	0	114,235E-06	0	114,235E-06
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	10,138E-03	0	10,138E-03
Cadmium (Cd); Em. Wasser /kg	0	4,08E-06	0	4,08E-06
Calzium (Ca); Em. Wasser /kg	0	134,115E-03	0	134,115E-03
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	35,026E-03	2,075	0	2,11
Chrom VI (Cr); Em. Wasser /kg	0	2,154E-09	0	2,154E-09
Chrom-III (Cr); Em. Wasser /kg	0	46,957E-06	0	46,957E-06
Cyanid (CN-); Em. Wasser /kg	0	15,865E-06	0	15,865E-06
Cäsium (Cs); Em. Wasser /kg	0	3,902E-06	0	3,902E-06
DOC, gelöster organischer Kohlenstoff; Em. Wasser /kg	0	1,629E-06	0	1,629E-06

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

Dichlorethen (Cl2C2H2); Em. Wasser /kg	0	71,143E-09	0	71,143E-09
Dichlormethan (Cl2CH2); Em. Wasser /kg	0	3,422E-06	0	3,422E-06
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	1,995E-03	0	1,995E-03
Ethylbenzol (C6H5-C2H5); Em. Wasser /kg	0	93,723E-06	0	93,723E-06
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	222,57E-03	0	222,57E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	540,75E-06	0	540,75E-06
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	140,992E-06	72,411E-03	0	72,552E-03
Fettsäuren als C, unspez.; Em. Wasser /kg	0	19,807E-03	0	19,807E-03
Fluorid (F-); Em. Wasser /kg	0	69,563E-06	0	69,563E-06
Glutaraldehyd; Em. Wasser /kg	0	8,887E-06	0	8,887E-06
Hypochlorige Säure (HClO); Em. Wasser /kg	0	7,439E-06	0	7,439E-06
Hypochlorition (ClO-); Em. Wasser /kg	0	7,439E-06	0	7,439E-06
Iod (I); Em. Wasser /kg	0	390,275E-06	0	390,275E-06
Kalium (K); Em. Wasser /kg	0	18,936E-03	0	18,936E-03
Kobalt (Co); Em. Wasser /kg	0	2,589E-06	0	2,589E-06
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	718,933E-09	0	718,933E-09
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	10,071E-06	2,35E-03	0	2,36E-03
Kupfer (Cu); Em. Wasser /kg	0	13,396E-06	0	13,396E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	9,604	0	0	9,604
Magnesium (Mg); Em. Wasser /kg	0	6,708E-03	0	6,708E-03
Mangan (Mn); Em. Wasser /kg	0	241,709E-06	0	241,709E-06
Molybdän (Mo); Em. Wasser /kg	0	6,695E-06	0	6,695E-06
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	1,263	0	1,263
Nickel (Ni); Em. Wasser /kg	0	17,695E-06	0	17,695E-06
Nitrat (NO3-); Em. Wasser /kg	0	2,332E-03	0	2,332E-03
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	814,355	0	0	814,355
PAK; Em. Wasser /kg	0	50,742E-06	0	50,742E-06
Phenole; Em. Wasser /kg	0	515,202E-06	0	515,202E-06
Phosphat (PO4 3-); Em. Wasser /kg	0	106,329E-06	0	106,329E-06
Phosphor (P); Em. Wasser /kg	0	69,793E-09	0	69,793E-09
Quecksilber (Hg); Em. Wasser /kg	0	29,825E-09	0	29,825E-09
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	154,084E+03	0	0	154,084E+03
Rubidium (Rb); Em. Wasser /kg	0	39,024E-06	0	39,024E-06
Salze; Em. Wasser /kg	0	2,428E-03	0	2,428E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Wasser /kg	0	374,483E-09	0	374,483E-09
Selen (Se); Em. Wasser /kg	0	9,361E-06	0	9,361E-06
Silber (Ag); Em. Wasser /kg	0	2,341E-06	0	2,341E-06
Silizium (Si); Em. Wasser /kg	0	1,719E-06	0	1,719E-06
Stickstoff (N), org. gebunden; Em. Wasser /kg	0	1,297E-03	0	1,297E-03
Stickstoffverbindungen als N; Em. Wasser /kg	0	7,658E-03	0	7,658E-03
Strontium (Sr); Em. Wasser /kg	0	23,63E-03	0	23,63E-03
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	538,588E-03	67,608E-03	0	606,196E-03
Sulfid (SO3); Em. Wasser /kg	0	112,524E-06	0	112,524E-06
Sulfite; Em. Wasser /kg	0	362,475E-09	0	362,475E-09
Säuren, unspez.; Em. Wasser /kg	0	1,869E-06	0	1,869E-06
TOC; Em. Wasser /kg	0	32,975E-03	0	32,975E-03
Titan (Ti); Em. Wasser /kg	0	77,594E-06	0	77,594E-06
Toluol (C7H8); Em. Wasser /kg	0	460,898E-06	0	460,898E-06
Tributylzinn; Em. Wasser /kg	0	5,216E-06	0	5,216E-06
Trichlorethylen; Em. Wasser /kg	0	12,233E-09	0	12,233E-09
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	268,801E+03	0	0	268,801E+03
Vanadium (V) Em. Wasser /kg	0	9,624E-06	0	9,624E-06
Wolfram (W); Em. Wasser /kg	0	8,931E-09	0	8,931E-09
Xylol; Em. Wasser /kg	0	367,156E-06	0	367,156E-06
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	10,071E-06	45,581E-06	0	55,652E-06
Zinn (Sn); Em. Wasser /kg	0	11,107E-09	0	11,107E-09

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-1,367	0	-1,367
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-76,731	0	0	-76,731

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-166,789	0	0	-166,789
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-50,914	0	0	-50,914
Roherdölgas; Rohstoff, fossil /kg	0	-2,958	0	-2,958
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-191,752	0	0	-191,752
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-240,644E-03	0	-240,644E-03
Rohsteinkohle /kg	-64,3	-1,155	0	-65,455
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-2,786	0	0	-2,786
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-3,61	-79,518	-816,077E-03	-83,944

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Barit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-370,049E-03	0	-370,049E-03
Bauxit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-2,722E-03	0	-2,722E-03
Bentonit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-27,565E-03	0	-27,565E-03
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-370,934E-03	0	-370,934E-03
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-519,784E-03	0	-519,784E-03
Kupfer (Cu); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,035E-03	0	-1,035E-03
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-3,078E-03	0	-3,078E-03
Primärenergieäquivalent Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kWh	-20,13	0	0	-20,13
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-7,996E-03	-53,257E-06	0	-8,049E-03

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohstammholz; Rohstoff, regenerativ /kg	0	-16,266E-03	0	-16,266E-03

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-44,72E+03	0	0	-44,72E+03
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-437,179E-03	0	-437,179E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	2,693E+03	0	0	2,693E+03
Abwärme übers Dach; Abwärme Dach /MJ	29,594	0	0	29,594

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall K2, Destillensumpf (LAGA-Nr. 54113); Abfall TV /kg	0	0	-77,397	-77,397
Abfall K2, Kontaktwasser (LAGA-Nr. 54408); Abfall TV /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung synth. Isoparaffine, unspez.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Asche; AzV /kg	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-1,637	0	0	-1,637
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-6,932E-03	0	0	-6,932E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-483,4E-06	0	0	-483,4E-06
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Isoparaffine,synthetische (Reiniger K); RM /kg	-65,83	0	0	-65,83
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Raffinerieschlamm/ Bilgenöl, Sonderabfall; AzB /kg	0	0	0	0
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung synth. Isoparaffine; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-1,45	0	-1,45
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-7,099	0	0	-7,099
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-32,486E-03	0	0	-32,486E-03
Trinkwasser; Vorpr./Prod. /kg	-575,44	0	0	-575,44
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-267,169	0	0	-267,169
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-70,122	0	0	-70,122
Wasserkraft /MJ	-145,541	0	0	-145,541

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall K2, Destillensumpf (LAGA-Nr. 54113); Abfall TV /kg	77,397	0	0	77,397
Abfall K2, Kontaktwasser (LAGA-Nr. 54408); Abfall TV /kg	20,551	0	0	20,551
Abfall a. d. Herstellung synth. Isoparaffine, unspez.; AzB /kg	0	866,213E-03	0	866,213E-03
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	74,13E-03	0	0	74,13E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	114,586E-03	0	0	114,586E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	1,551E-03	0	0	1,551E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	342,408E-06	0	0	342,408E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	211,488E-06	0	0	211,488E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	14,321E-03	0	0	14,321E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	322,267E-06	0	0	322,267E-06
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	44,784E-09	9,029E-09	0	53,813E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	4,404E-06	97,64E-09	0	4,502E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	7,504E-06	53,571E-09	0	7,558E-06
Asche; AzV /kg	344,161E-03	0	0	344,161E-03
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	946,226E-06	0	0	946,226E-06
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	1,232E+03	0	0	1,232E+03
Isoparaffine,synthetische (Reiniger K); RM /kg	0	65,83	0	65,83
Kühlwasser, erwärmt /m³	43,116	0	0	43,116
Raffinerieschlamm/ Bilgenöl, Sonderabfall; AzB /kg	0	32,323E-03	0	32,323E-03
Schwermetalle, radioaktiv; AzB /kg	655,023E-15	0	0	655,023E-15
Sondermüll a. d. Herstellung synth. Isoparaffine; AzB /kg	0	32,112E-06	0	32,112E-06
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Trinkwasser; Vorpr./Prod. /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	280,527	0	0	280,527
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	16,799	0	0	16,799
REA-Gips; SeRo /kg	15,918E-03	0	0	15,918E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	3,436E+03	3,436E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-270,229E-06	0	0	-270,229E-06
Argon (Ar); Minork. /kg	-5,846E-03	0	0	-5,846E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-41,96E-03	0	0	-41,96E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-369,787E-09	0	0	-369,787E-09
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-7,251E-03	0	0	-7,251E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-162,247E-06	0	0	-162,247E-06
Harze; Minork. /kg	-704,936E-06	0	0	-704,936E-06
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-635,002E-06	0	0	-635,002E-06
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-10,184E-03	0	0	-10,184E-03
Mineralien, unspezifiziert; Minork. /kg	0	-420,261E-06	0	-420,261E-06
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-6,322E-03	0	0	-6,322E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-5,841E-03	0	0	-5,841E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-364,256E-06	0	0	-364,256E-06
Polyacrylamid; Minork. /kg	-604,231E-06	0	0	-604,231E-06
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-2,82E-03	0	0	-2,82E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-6,344E-03	0	0	-6,344E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-704,936E-06	0	0	-704,936E-06
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-16,924E-03	0	0	-16,924E-03
TMT 15; Minork. /m³	-924,467E-12	0	0	-924,467E-12
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-2,825E-03	0	0	-2,825E-03

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
Mineralien, unspezifiziert; Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-1,773E+03	0	0	-1,773E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	1,773E+03	0	0	1,773E+03
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	1,637	0	0	1,637
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	167,335	0	167,335
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	51,762	0	0	51,762
Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	3,666E+03	0	0	3,666E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	1,648E+03	0	0	1,648E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-1,206E+03	0	0	-1,206E+03
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	690,528E-03	0	0	690,528E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-4,585E+03	0	-1,888E+03	-6,474E+03
Wassereintrag durch Verunreinigungen,Teile, Luftfeuchte; MNB /kg	-20,551	0	0	-20,551

Tab. 10 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage K3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenpez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Acetaldehyd (CH3-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	12,248E-06	0	12,248E-06
Aceton (CH3-CO-CH3); Em. Atmosph. /kg	0	12,271E-06	0	12,271E-06
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	21,208	0	0	21,208
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	362,703	0	0	362,703
Aldehyde (R-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	126,674E-09	0	126,674E-09
Alkane; Em. Atmosph. /kg	0	4,221E-03	0	4,221E-03
Alkene; Em. Atmosph. /kg	0	12,602E-06	0	12,602E-06
Aluminium (Al); Em. Atmosph. /kg	0	107,972E-06	0	107,972E-06
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	2,677E-03	24,123E-06	41,038E-03	43,739E-03
Antimon (Sb); Em. Atmosph. /kg	0	53,383E-09	0	53,383E-09
Arsen (As); Em. Atmosph. /kg	0	8,688E-06	0	8,688E-06
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	28,816E-06	0	0	28,816E-06
Barium (Ba); Em. Atmosph. /kg	0	488,997E-09	0	488,997E-09
Benzo(a)pyren; Em. Atmosph. /kg	0	33,703E-09	0	33,703E-09
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	1,655E-03	16,299E-03	17,954E-03
Beryllium (Be); Em. Atmosph. /kg	0	5,116E-09	0	5,116E-09
Blei (Pb); Em. Atmosph. /kg	0	48,818E-06	2,91E-06	51,728E-06
Bor (B); Em. Atmosph. /kg	0	22,407E-06	0	22,407E-06
Brom (Br); Em. Atmosph. /kg	0	4,829E-06	0	4,829E-06
Butan (C4H10); Em. Atmosph. /kg	0	16,261E-03	0	16,261E-03
Buten (C4H8); Em. Atmosph. /kg	0	383,272E-06	0	383,272E-06
Cadmium (Cd); Em. Atmosph. /kg	0	21,652E-06	0	21,652E-06
Calzium (Ca); Em. Atmosph. /kg	0	153,726E-06	0	153,726E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	24,736E-03	2,676E-03	0	27,412E-03
Chrom (Cr); Em. Atmosph. /kg	0	13,289E-06	1,455E-06	14,744E-06
Cyanide; Em. Atmosph. /kg	0	40,75E-09	0	40,75E-09
Dichlorethen (Cl2C2H2); Em. Atmosph. /kg	0	442,426E-09	0	442,426E-09
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	608,53E-12	163,86E-12	772,39E-12
Distickstoffmonoxid (N2O), Lachgas; Em. Atmosph. /kg	0	1,291E-03	0	1,291E-03
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	26,306E+06	0	0	26,306E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	84,209	0	0	84,209
Eisen (Fe); Em. Atmosph. /kg	0	244,233E-06	0	244,233E-06
Essigsäure (CH3COOH); Em. Atmosph. /kg	0	50,82E-06	0	50,82E-06
Ethan (C2H6); Em. Atmosph. /kg	0	4,012E-03	0	4,012E-03
Ethanol (C2H5OH); Em. Atmosph. /kg	0	24,429E-06	0	24,429E-06
Ethen (C2H4); Em. Atmosph. /kg	0	790,035E-06	0	790,035E-06
Ethin (C2H2); Em. Atmosph. /kg	0	910,466E-09	0	910,466E-09
Ethylbenzol (C6H5-C2H5); Em. Atmosph. /kg	0	392,178E-06	0	392,178E-06
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	3,116E-03	303,611E-06	0	3,419E-03
Formaldehyd (HCHO); Em. Atmosph. /kg	0	52,107E-06	0	52,107E-06
H 1301 Halon; Em. Atmosph. /kg	0	57,846E-06	0	57,846E-06
Helium (He); Em. Atmosph. /kg	0	11,891E-03	0	11,891E-03
Heptan (C7H16); Em. Atmosph. /kg	0	3,833E-03	0	3,833E-03
Hexafluorethan (CF3CF3); Em. Atmosph. /kg	0	351,612E-09	0	351,612E-09
Hexan (C6H14); Em. Atmosph. /kg	0	8,101E-03	0	8,101E-03
Iod (I); Em. Atmosph. /kg	0	2,314E-06	0	2,314E-06
Isoparaffine, Emission Arbeitsplatz, diffus; Em. Atmosph. /kg	42,089E-03	0	0	42,089E-03
Isoparaffine, synthetische; Em. Atmosph. /kg	4,967	0	0	4,967
Kalium (K); Em. Atmosph. /kg	0	13,045E-06	0	13,045E-06
Kobalt (Co); Em. Atmosph. /kg	0	22,223E-06	0	22,223E-06
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	1,408E+03	153,385	894,396	2,456E+03
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	372,848E-03	182,027E-03	4,154	4,709
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Atmosph. /kg	0	8,832E-06	0	8,832E-06
Kupfer (Cu); Em. Atmosph. /kg	0	39,688E-06	1,717E-06	41,405E-06
Lanthan; Em. Atmosph. /kg	0	43,217E-09	0	43,217E-09

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

Magnesium (Mg); Em. Atmosph. /kg	0	38,339E-06	0	38,339E-06
Mangan (Mn); Em. Atmosph. /kg	0	9,382E-06	0	9,382E-06
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	3,023	956,76E-03	111,107E-03	4,091
Methanol (CH3OH); Em. Atmosph. /kg	0	37,277E-06	0	37,277E-06
Molybdän (Mo); Em. Atmosph. /kg	0	10,864E-06	0	10,864E-06
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	101,523E-03	1,827	261,965E-03	2,191
Natrium (Na+); Em. Atmosph. /kg	0	609,265E-06	0	609,265E-06
Nickel (Ni); Em. Atmosph. /kg	0	663,149E-06	1,892E-06	665,041E-06
PAK; Em. Atmosph. /kg	0	675,282E-09	0	675,282E-09
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	7,274E-03	5,78E-03	13,054E-03
Pentan (C5H12); Em. Atmosph. /kg	0	20,493E-03	0	20,493E-03
Phenole; Em. Atmosph. /kg	0	19,653E-09	0	19,653E-09
Phosphor (P); Em. Atmosph. /kg	0	12,508E-06	0	12,508E-06
Propan (C3H8); Em. Atmosph. /kg	0	16,056E-03	0	16,056E-03
Propen (C3H6); Em. Atmosph. /kg	0	768,894E-06	0	768,894E-06
Propionaldehyd; Em. Atmosph. /kg	0	8,08E-09	0	8,08E-09
Propionsäure (CH3-CH2-COOH); Em. Atmosph. /kg	0	253,813E-09	0	253,813E-09
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	30,112E-09	1,712E-06	0	1,742E-06
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	1,129E+09	0	0	1,129E+09
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	327,47	0	669,409	996,88
Scandium (Sc); Em. Atmosph. /kg	0	16,349E-09	0	16,349E-09
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	806,194E-03	1,013	3,28	5,098
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	13,669E-03	10,126E-03	23,795E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Atmosph. /kg	0	26,145E-06	0	26,145E-06
Selen (Se); Em. Atmosph. /kg	0	9,388E-06	0	9,388E-06
Silizium (Si); Em. Atmosph. /kg	0	279,815E-06	0	279,815E-06
Staub; Em. Atmosph. /kg	108,542E-03	198,266E-03	163,86E-03	470,667E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	4,896E+03	0	5,475E+03	10,37E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	881,791E-03	770,449E-03	791,816E-03	2,444
Strontium (Sr); Em. Atmosph. /kg	0	1,719E-06	0	1,719E-06
Tetrafluormethan (CF4), Kühlmittel FC 14; Em. Atmosph. /kg	0	2,818E-06	0	2,818E-06
Thallium (Tl); Em. Atmosph. /kg	0	4,229E-09	0	4,229E-09
Thorium (Th); Em. Atmosph. /kg	0	89,909E-09	0	89,909E-09
Titan (Ti); Em. Atmosph. /kg	0	4,645E-06	0	4,645E-06
Toluol (C7H8); Em. Atmosph. /kg	0	2,375E-03	0	2,375E-03
Uran (U); Em. Atmosph. /kg	0	39,614E-09	0	39,614E-09
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	86,447E-06	2,7E-03	0	2,786E-03
Vinylchlorid VC (Monomer); Em. Atmosph. /kg	0	251,484E-09	0	251,484E-09
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	828,52	0	474,99	1,304E+03
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	4,59E+03	0	0	4,59E+03
Xylol; Em. Atmosph. /kg	0	1,578E-03	0	1,578E-03
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	54,925E-06	12,224E-06	67,149E-06
Zinn (Sn); Em. Atmosph. /kg	0	34,258E-09	17,463E-06	17,497E-06
Zirkonium (Zr); Em. Atmosph. /kg	0	23,239E-09	0	23,239E-09

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	43,548E-06	0	43,548E-06
Aktinide; Em. Wasser /Bq	47,258E+03	0	0	47,258E+03
Alkane; Em. Wasser /kg	0	1,574E-03	0	1,574E-03
Alkene; Em. Wasser /kg	0	142,9E-06	0	142,9E-06
Aluminium (Al); Em. Wasser /kg	0	4,111E-03	0	4,111E-03
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	24,447E-03	0	24,447E-03
Antimon (Sb); Em. Wasser /kg	0	122,249E-09	0	122,249E-09
Arsen (As); Em. Wasser /kg	0	16,967E-06	0	16,967E-06
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	1,003E-03	0	1,003E-03
Barit; Em. Wasser /kg	0	223,654E-03	0	223,654E-03
Barium (Ba); Em. Wasser /kg	0	30,684E-03	0	30,684E-03
Benzol (C6H6); Em. Wasser /kg	0	1,576E-03	0	1,576E-03
Blei (Pb); Em. Wasser /kg	0	55,456E-06	0	55,456E-06
Bor (B); Em. Wasser /kg	0	354,451E-06	0	354,451E-06
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	31,456E-03	0	31,456E-03
Cadmium (Cd); Em. Wasser /kg	0	12,659E-06	0	12,659E-06
Calzium (Ca); Em. Wasser /kg	0	416,135E-03	0	416,135E-03
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	100,221E-03	6,437	0	6,537
Chrom VI (Cr); Em. Wasser /kg	0	6,683E-09	0	6,683E-09
Chrom-III (Cr); Em. Wasser /kg	0	145,698E-06	0	145,698E-06

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

Cyanid (CN-); Em. Wasser /kg	0	49,227E-06	0	49,227E-06
Cäsium (Cs); Em. Wasser /kg	0	12,108E-06	0	12,108E-06
DOC, gelöster organischer Kohlenstoff; Em. Wasser /kg	0	5,053E-06	0	5,053E-06
Dichlorethen (Cl2C2H2); Em. Wasser /kg	0	220,743E-09	0	220,743E-09
Dichlormethan (Cl2CH2); Em. Wasser /kg	0	10,618E-06	0	10,618E-06
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	6,19E-03	0	6,19E-03
Ethylbenzol (C6H5-C2H5); Em. Wasser /kg	0	290,804E-06	0	290,804E-06
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	690,594E-03	0	690,594E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	1,678E-03	0	1,678E-03
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	403,419E-06	224,679E-03	0	225,082E-03
Fettsäuren als C, unspez.; Em. Wasser /kg	0	61,458E-03	0	61,458E-03
Fluorid (F-); Em. Wasser /kg	0	215,841E-06	0	215,841E-06
Glutaraldehyd; Em. Wasser /kg	0	27,575E-06	0	27,575E-06
Hypochlorige Säure (HClO); Em. Wasser /kg	0	23,081E-06	0	23,081E-06
Hypochlorition (ClO-); Em. Wasser /kg	0	23,081E-06	0	23,081E-06
Iod (I); Em. Wasser /kg	0	1,211E-03	0	1,211E-03
Kalium (K); Em. Wasser /kg	0	58,754E-03	0	58,754E-03
Kobalt (Co); Em. Wasser /kg	0	8,034E-06	0	8,034E-06
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	2,231E-06	0	2,231E-06
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	28,816E-06	7,292E-03	0	7,321E-03
Kupfer (Cu); Em. Wasser /kg	0	41,567E-06	0	41,567E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	1,426	0	0	1,426
Magnesium (Mg); Em. Wasser /kg	0	20,815E-03	0	20,815E-03
Mangan (Mn); Em. Wasser /kg	0	749,979E-06	0	749,979E-06
Molybdän (Mo); Em. Wasser /kg	0	20,773E-06	0	20,773E-06
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	3,918	0	3,918
Nickel (Ni); Em. Wasser /kg	0	54,905E-06	0	54,905E-06
Nitrat (NO3-); Em. Wasser /kg	0	7,237E-03	0	7,237E-03
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	2,33E+03	0	0	2,33E+03
PAK; Em. Wasser /kg	0	157,443E-06	0	157,443E-06
Phenole; Em. Wasser /kg	0	1,599E-03	0	1,599E-03
Phosphat (PO4 3-); Em. Wasser /kg	0	329,92E-06	0	329,92E-06
Phosphor (P); Em. Wasser /kg	0	216,556E-09	0	216,556E-09
Quecksilber (Hg); Em. Wasser /kg	0	92,542E-09	0	92,542E-09
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	440,879E+03	0	0	440,879E+03
Rubidium (Rb); Em. Wasser /kg	0	121,085E-06	0	121,085E-06
Salze; Em. Wasser /kg	0	7,532E-03	0	7,532E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Wasser /kg	0	1,162E-06	0	1,162E-06
Selen (Se); Em. Wasser /kg	0	29,046E-06	0	29,046E-06
Silber (Ag); Em. Wasser /kg	0	7,265E-06	0	7,265E-06
Silizium (Si); Em. Wasser /kg	0	5,332E-06	0	5,332E-06
Stickstoff (N), org. gebunden; Em. Wasser /kg	0	4,024E-03	0	4,024E-03
Stickstoffverbindungen als N; Em. Wasser /kg	0	23,762E-03	0	23,762E-03
Strontium (Sr); Em. Wasser /kg	0	73,32E-03	0	73,32E-03
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	1,541	209,776E-03	0	1,751
Sulfid (SO3); Em. Wasser /kg	0	349,141E-06	0	349,141E-06
Sulfite; Em. Wasser /kg	0	1,125E-06	0	1,125E-06
Säuren, unspez.; Em. Wasser /kg	0	5,798E-06	0	5,798E-06
TOC; Em. Wasser /kg	0	102,315E-03	0	102,315E-03
Titan (Ti); Em. Wasser /kg	0	240,761E-06	0	240,761E-06
Toluol (C7H8); Em. Wasser /kg	0	1,43E-03	0	1,43E-03
Tributylzinn; Em. Wasser /kg	0	16,183E-06	0	16,183E-06
Trichlorethylen; Em. Wasser /kg	0	37,955E-09	0	37,955E-09
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	769,119E+03	0	0	769,119E+03
Vanadium (V) Em. Wasser /kg	0	29,863E-06	0	29,863E-06
Wolfram (W); Em. Wasser /kg	0	27,71E-09	0	27,71E-09
Xylol; Em. Wasser /kg	0	1,139E-03	0	1,139E-03
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	28,816E-06	141,429E-06	0	170,245E-06
Zinn (Sn); Em. Wasser /kg	0	34,463E-09	0	34,463E-09

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-4,241	0	-4,241
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-214,891	0	0	-214,891
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-467,106	0	0	-467,106
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-142,588	0	0	-142,588
Roherdölgas; Rohstoff, fossil /kg	0	-9,18	0	-9,18
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-28,477	0	0	-28,477
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-746,673E-03	0	-746,673E-03
Rohsteinkohle /kg	-179,84	-3,582	0	-183,422
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-7,972	0	0	-7,972
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-10,13	-246,731	-3,069	-259,929

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Barit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,148	0	-1,148
Bauxit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-8,445E-03	0	-8,445E-03
Bentonit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-85,529E-03	0	-85,529E-03
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,151	0	-1,151
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,613	0	-1,613
Kupfer (Cu); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-3,212E-03	0	-3,212E-03
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-9,549E-03	0	-9,549E-03
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-22,88E-03	-165,246E-06	0	-23,045E-03

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohstammholz; Rohstoff, regenerativ /kg	0	-50,469E-03	0	-50,469E-03

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-127,957E+03	0	0	-127,957E+03
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-1,356	0	-1,356

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	7,803E+03	0	0	7,803E+03

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall K3, Destillensumpf, (LAGA-Nr. 55370); Abfall TV /kg	0	0	-291,048	-291,048
Abfall a. d. Herstellung synth. Isoparaffine, unspez.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-4,683	0	0	-4,683
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-19,834E-03	0	0	-19,834E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-1,383E-03	0	0	-1,383E-03
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Isoparaffine,synthetische (Reiniger K); RM /kg	-204,259	0	0	-204,259
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Raffinerieschlamm/ Bilgenöl, Sonderabfall; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung synth. Isoparaffine; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-4,5	0	-4,5
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-19,882	0	0	-19,882
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-92,951E-03	0	0	-92,951E-03
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-715,518E-03	0	0	-715,518E-03
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-92,049	0	0	-92,049
Wasserkraft /MJ	-407,633	0	0	-407,633

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall K3, Destillensumpf, (LAGA-Nr. 55370); Abfall TV /kg	291,048	0	0	291,048
Abfall a. d. Herstellung synth. Isoparaffine, unspez.; AzB /kg	0	2,688	0	2,688
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	212,108E-03	0	0	212,108E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	327,864E-03	0	0	327,864E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	4,438E-03	0	0	4,438E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	979,732E-06	0	0	979,732E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	605,129E-06	0	0	605,129E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	40,976E-03	0	0	40,976E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	922,101E-06	0	0	922,101E-06
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	118,144E-09	28,014E-09	0	146,158E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	12,345E-06	302,958E-09	0	12,648E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	21,472E-06	166,22E-09	0	21,638E-06
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	2,707E-03	0	0	2,707E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	3,449E+03	0	0	3,449E+03
Isoparaffine,synthetische (Reiniger K); RM /kg	0	204,259	0	204,259
Kühlwasser, erwärmt /m³	123,367	0	0	123,367
Raffinerieschlamm/ Bilgenöl, Sonderabfall; AzB /kg	0	100,291E-03	0	100,291E-03
Sondermüll a. d. Herstellung synth. Isoparaffine; AzB /kg	0	99,638E-06	0	99,638E-06
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	715,518E-03	0	0	715,518E-03
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	48,067	0	0	48,067
REA-Gips; SeRo /kg	45,547E-03	0	0	45,547E-03

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	11,933E+03	11,933E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-773,204E-06	0	0	-773,204E-06
Argon (Ar); Minork. /kg	-16,729E-03	0	0	-16,729E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-120,061E-03	0	0	-120,061E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-1,058E-06	0	0	-1,058E-06
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-20,747E-03	0	0	-20,747E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-464,237E-06	0	0	-464,237E-06
Harze; Minork. /kg	-2,017E-03	0	0	-2,017E-03
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-1,817E-03	0	0	-1,817E-03
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-29,14E-03	0	0	-29,14E-03
Mineralien, unspezifiziert; Minork. /kg	0	-1,304E-03	0	-1,304E-03
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-18,089E-03	0	0	-18,089E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-16,713E-03	0	0	-16,713E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-1,042E-03	0	0	-1,042E-03
Polyacrylamid; Minork. /kg	-1,729E-03	0	0	-1,729E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-8,068E-03	0	0	-8,068E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-18,153E-03	0	0	-18,153E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-2,017E-03	0	0	-2,017E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-48,425E-03	0	0	-48,425E-03
TMT 15; Minork. /m³	-2,645E-09	0	0	-2,645E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-8,084E-03	0	0	-8,084E-03

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
Mineralien, unspezifiziert; Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-5,073E+03	0	0	-5,073E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	5,073E+03	0	0	5,073E+03
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	4,683	0	0	4,683
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	519,21	0	519,21

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	148,108	0	0	148,108
Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	10,49E+03	0	0	10,49E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	4,714E+03	0	0	4,714E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-3,449E+03	0	0	-3,449E+03
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	252,536E-03	0	0	252,536E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-6,559E+03	0	-7,212E+03	-13,771E+03

Tab. 11 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage K3, Reinigungsaufgabe W3, betriebspez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Acetaldehyd (CH3-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	12,247E-06	0	12,247E-06
Aceton (CH3-CO-CH3); Em. Atmosph. /kg	0	12,271E-06	0	12,271E-06
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	34,337	0	0	34,337
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	587,233	0	0	587,233
Aldehyde (R-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	126,664E-09	0	126,664E-09
Alkane; Em. Atmosph. /kg	0	4,221E-03	0	4,221E-03
Alkene; Em. Atmosph. /kg	0	12,601E-06	0	12,601E-06
Aluminium (Al); Em. Atmosph. /kg	0	107,964E-06	0	107,964E-06
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	4,334E-03	24,121E-06	41,042E-03	45,4E-03
Antimon (Sb); Em. Atmosph. /kg	0	53,379E-09	0	53,379E-09
Arsen (As); Em. Atmosph. /kg	0	8,688E-06	0	8,688E-06
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	46,654E-06	0	0	46,654E-06
Barium (Ba); Em. Atmosph. /kg	0	488,962E-09	0	488,962E-09
Benzo(a)pyren; Em. Atmosph. /kg	0	33,7E-09	0	33,7E-09
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	1,655E-03	16,3E-03	17,956E-03
Beryllium (Be); Em. Atmosph. /kg	0	5,116E-09	0	5,116E-09
Blei (Pb); Em. Atmosph. /kg	0	48,815E-06	2,911E-06	51,725E-06
Bor (B); Em. Atmosph. /kg	0	22,406E-06	0	22,406E-06
Brom (Br); Em. Atmosph. /kg	0	4,829E-06	0	4,829E-06
Butan (C4H10); Em. Atmosph. /kg	0	16,26E-03	0	16,26E-03
Buten (C4H8); Em. Atmosph. /kg	0	383,245E-06	0	383,245E-06
Cadmium (Cd); Em. Atmosph. /kg	0	21,65E-06	0	21,65E-06
Calzium (Ca); Em. Atmosph. /kg	0	153,715E-06	0	153,715E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	40,049E-03	2,676E-03	0	42,724E-03
Chrom (Cr); Em. Atmosph. /kg	0	13,288E-06	1,455E-06	14,743E-06
Cyanide; Em. Atmosph. /kg	0	40,747E-09	0	40,747E-09
Dichlorethen (Cl2C2H2); Em. Atmosph. /kg	0	442,394E-09	0	442,394E-09
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	608,486E-12	163,875E-12	772,362E-12
Distickstoffmonoxid (N2O), Lachgas; Em. Atmosph. /kg	0	1,291E-03	0	1,291E-03
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	42,59E+06	0	0	42,59E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	136,339	0	0	136,339
Eisen (Fe); Em. Atmosph. /kg	0	244,216E-06	0	244,216E-06
Essigsäure (CH3COOH); Em. Atmosph. /kg	0	50,816E-06	0	50,816E-06
Ethan (C2H6); Em. Atmosph. /kg	0	4,012E-03	0	4,012E-03
Ethanol (C2H5OH); Em. Atmosph. /kg	0	24,428E-06	0	24,428E-06
Ethen (C2H4); Em. Atmosph. /kg	0	789,978E-06	0	789,978E-06
Ethin (C2H2); Em. Atmosph. /kg	0	910,401E-09	0	910,401E-09
Ethylbenzol (C6H5-C2H5); Em. Atmosph. /kg	0	392,15E-06	0	392,15E-06
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	5,045E-03	303,59E-06	0	5,348E-03
Formaldehyd (HCHO); Em. Atmosph. /kg	0	52,103E-06	0	52,103E-06
H 1301 Halon; Em. Atmosph. /kg	0	57,842E-06	0	57,842E-06
Helium (He); Em. Atmosph. /kg	0	11,89E-03	0	11,89E-03
Heptan (C7H16); Em. Atmosph. /kg	0	3,833E-03	0	3,833E-03
Hexafluorethan (CF3CF3); Em. Atmosph. /kg	0	351,587E-09	0	351,587E-09
Hexan (C6H14); Em. Atmosph. /kg	0	8,101E-03	0	8,101E-03
Iod (I); Em. Atmosph. /kg	0	2,314E-06	0	2,314E-06
Isoparaffine, Emission Arbeitsplatz, diffus; Em. Atmosph. /kg	42,805E-03	0	0	42,805E-03
Isoparaffine, synthetische; Em. Atmosph. /kg	4,994	0	0	4,994
Kalium (K); Em. Atmosph. /kg	0	13,044E-06	0	13,044E-06
Kobalt (Co); Em. Atmosph. /kg	0	22,222E-06	0	22,222E-06
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	2,28E+03	153,374	894,481	3,328E+03
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	603,659E-03	182,014E-03	4,154	4,94
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Atmosph. /kg	0	8,831E-06	0	8,831E-06
Kupfer (Cu); Em. Atmosph. /kg	0	39,685E-06	1,717E-06	41,402E-06
Lanthan; Em. Atmosph. /kg	0	43,214E-09	0	43,214E-09

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

Magnesium (Mg); Em. Atmosph. /kg	0	38,337E-06	0	38,337E-06
Mangan (Mn); Em. Atmosph. /kg	0	9,381E-06	0	9,381E-06
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	4,894	956,692E-03	111,117E-03	5,962
Methanol (CH3OH); Em. Atmosph. /kg	0	37,275E-06	0	37,275E-06
Molybdän (Mo); Em. Atmosph. /kg	0	10,863E-06	0	10,863E-06
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	164,371E-03	1,827	261,99E-03	2,253
Natrium (Na+); Em. Atmosph. /kg	0	609,222E-06	0	609,222E-06
Nickel (Ni); Em. Atmosph. /kg	0	663,101E-06	1,892E-06	664,993E-06
PAK; Em. Atmosph. /kg	0	675,233E-09	0	675,233E-09
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	7,274E-03	5,78E-03	13,054E-03
Pentan (C5H12); Em. Atmosph. /kg	0	20,491E-03	0	20,491E-03
Phenole; Em. Atmosph. /kg	0	19,652E-09	0	19,652E-09
Phosphor (P); Em. Atmosph. /kg	0	12,507E-06	0	12,507E-06
Propan (C3H8); Em. Atmosph. /kg	0	16,055E-03	0	16,055E-03
Propen (C3H6); Em. Atmosph. /kg	0	768,839E-06	0	768,839E-06
Propionaldehyd; Em. Atmosph. /kg	0	8,08E-09	0	8,08E-09
Propionsäure (CH3-CH2-COOH); Em. Atmosph. /kg	0	253,795E-09	0	253,795E-09
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	48,753E-09	1,712E-06	0	1,761E-06
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	1,827E+09	0	0	1,827E+09
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	530,191	0	669,473	1,2E+03
Scandium (Sc); Em. Atmosph. /kg	0	16,348E-09	0	16,348E-09
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	1,305	1,012	3,28	5,598
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	13,668E-03	10,127E-03	23,795E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Atmosph. /kg	0	26,143E-06	0	26,143E-06
Selen (Se); Em. Atmosph. /kg	0	9,387E-06	0	9,387E-06
Silizium (Si); Em. Atmosph. /kg	0	279,795E-06	0	279,795E-06
Staub; Em. Atmosph. /kg	175,734E-03	198,252E-03	163,875E-03	537,861E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	7,926E+03	0	5,475E+03	13,401E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	1,428	770,394E-03	791,891E-03	2,99
Strontium (Sr); Em. Atmosph. /kg	0	1,719E-06	0	1,719E-06
Tetrafluormethan (CF4), Kühlmittel FC 14; Em. Atmosph. /kg	0	2,817E-06	0	2,817E-06
Thallium (Tl); Em. Atmosph. /kg	0	4,228E-09	0	4,228E-09
Thorium (Th); Em. Atmosph. /kg	0	89,902E-09	0	89,902E-09
Titan (Ti); Em. Atmosph. /kg	0	4,645E-06	0	4,645E-06
Toluol (C7H8); Em. Atmosph. /kg	0	2,375E-03	0	2,375E-03
Uran (U); Em. Atmosph. /kg	0	39,611E-09	0	39,611E-09
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	139,962E-06	2,7E-03	0	2,84E-03
Vinylchlorid VC (Monomer); Em. Atmosph. /kg	0	251,466E-09	0	251,466E-09
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	1,341E+03	0	475,035	1,816E+03
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	7,431E+03	0	0	7,431E+03
Xylol; Em. Atmosph. /kg	0	1,577E-03	0	1,577E-03
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	54,921E-06	12,225E-06	67,147E-06
Zinn (Sn); Em. Atmosph. /kg	0	34,256E-09	17,465E-06	17,499E-06
Zirkonium (Zr); Em. Atmosph. /kg	0	23,237E-09	0	23,237E-09

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	43,545E-06	0	43,545E-06
Aktinide; Em. Wasser /Bq	76,513E+03	0	0	76,513E+03
Alkane; Em. Wasser /kg	0	1,574E-03	0	1,574E-03
Alkene; Em. Wasser /kg	0	142,89E-06	0	142,89E-06
Aluminium (Al); Em. Wasser /kg	0	4,111E-03	0	4,111E-03
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	24,445E-03	0	24,445E-03
Antimon (Sb); Em. Wasser /kg	0	122,241E-09	0	122,241E-09
Arsen (As); Em. Wasser /kg	0	16,966E-06	0	16,966E-06
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	1,003E-03	0	1,003E-03
Barit; Em. Wasser /kg	0	223,638E-03	0	223,638E-03
Barium (Ba); Em. Wasser /kg	0	30,681E-03	0	30,681E-03
Benzol (C6H6); Em. Wasser /kg	0	1,576E-03	0	1,576E-03
Blei (Pb); Em. Wasser /kg	0	55,452E-06	0	55,452E-06
Bor (B); Em. Wasser /kg	0	354,426E-06	0	354,426E-06
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	31,454E-03	0	31,454E-03
Cadmium (Cd); Em. Wasser /kg	0	12,658E-06	0	12,658E-06
Calzium (Ca); Em. Wasser /kg	0	416,106E-03	0	416,106E-03
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	162,262E-03	6,437	0	6,599
Chrom VI (Cr); Em. Wasser /kg	0	6,682E-09	0	6,682E-09
Chrom-III (Cr); Em. Wasser /kg	0	145,688E-06	0	145,688E-06

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

Cyanid (CN-); Em. Wasser /kg	0	49,223E-06	0	49,223E-06
Cäsium (Cs); Em. Wasser /kg	0	12,108E-06	0	12,108E-06
DOC, gelöster organischer Kohlenstoff; Em. Wasser /kg	0	5,053E-06	0	5,053E-06
Dichlorethen (Cl2C2H2); Em. Wasser /kg	0	220,727E-09	0	220,727E-09
Dichlormethan (Cl2CH2); Em. Wasser /kg	0	10,617E-06	0	10,617E-06
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	6,19E-03	0	6,19E-03
Ethylbenzol (C6H5-C2H5); Em. Wasser /kg	0	290,783E-06	0	290,783E-06
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	690,545E-03	0	690,545E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	1,678E-03	0	1,678E-03
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	653,156E-06	224,663E-03	0	225,316E-03
Fettsäuren als C, unspez.; Em. Wasser /kg	0	61,453E-03	0	61,453E-03
Fluorid (F-); Em. Wasser /kg	0	215,826E-06	0	215,826E-06
Glutaraldehyd; Em. Wasser /kg	0	27,573E-06	0	27,573E-06
Hypochlorige Säure (HClO); Em. Wasser /kg	0	23,08E-06	0	23,08E-06
Hypochlorition (ClO-); Em. Wasser /kg	0	23,08E-06	0	23,08E-06
Iod (I); Em. Wasser /kg	0	1,211E-03	0	1,211E-03
Kalium (K); Em. Wasser /kg	0	58,75E-03	0	58,75E-03
Kobalt (Co); Em. Wasser /kg	0	8,033E-06	0	8,033E-06
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	2,231E-06	0	2,231E-06
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	46,654E-06	7,292E-03	0	7,339E-03
Kupfer (Cu); Em. Wasser /kg	0	41,564E-06	0	41,564E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	2,309	0	0	2,309
Magnesium (Mg); Em. Wasser /kg	0	20,813E-03	0	20,813E-03
Mangan (Mn); Em. Wasser /kg	0	749,926E-06	0	749,926E-06
Molybdän (Mo); Em. Wasser /kg	0	20,772E-06	0	20,772E-06
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	3,918	0	3,918
Nickel (Ni); Em. Wasser /kg	0	54,901E-06	0	54,901E-06
Nitrat (NO3-); Em. Wasser /kg	0	7,237E-03	0	7,237E-03
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	3,773E+03	0	0	3,773E+03
PAK; Em. Wasser /kg	0	157,432E-06	0	157,432E-06
Phenole; Em. Wasser /kg	0	1,598E-03	0	1,598E-03
Phosphat (PO4 3-); Em. Wasser /kg	0	329,896E-06	0	329,896E-06
Phosphor (P); Em. Wasser /kg	0	216,54E-09	0	216,54E-09
Quecksilber (Hg); Em. Wasser /kg	0	92,535E-09	0	92,535E-09
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	713,806E+03	0	0	713,806E+03
Rubidium (Rb); Em. Wasser /kg	0	121,076E-06	0	121,076E-06
Salze; Em. Wasser /kg	0	7,532E-03	0	7,532E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Wasser /kg	0	1,162E-06	0	1,162E-06
Selen (Se); Em. Wasser /kg	0	29,044E-06	0	29,044E-06
Silber (Ag); Em. Wasser /kg	0	7,265E-06	0	7,265E-06
Silizium (Si); Em. Wasser /kg	0	5,332E-06	0	5,332E-06
Stickstoff (N), org. gebunden; Em. Wasser /kg	0	4,024E-03	0	4,024E-03
Stickstoffverbindungen als N; Em. Wasser /kg	0	23,76E-03	0	23,76E-03
Strontium (Sr); Em. Wasser /kg	0	73,315E-03	0	73,315E-03
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	2,495	209,761E-03	0	2,705
Sulfid (SO3); Em. Wasser /kg	0	349,116E-06	0	349,116E-06
Sulfite; Em. Wasser /kg	0	1,125E-06	0	1,125E-06
Säuren, unspez.; Em. Wasser /kg	0	5,798E-06	0	5,798E-06
TOC; Em. Wasser /kg	0	102,308E-03	0	102,308E-03
Titan (Ti); Em. Wasser /kg	0	240,743E-06	0	240,743E-06
Toluol (C7H8); Em. Wasser /kg	0	1,43E-03	0	1,43E-03
Tributylzinn; Em. Wasser /kg	0	16,182E-06	0	16,182E-06
Trichlorethylen; Em. Wasser /kg	0	37,953E-09	0	37,953E-09
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	1,245E+06	0	0	1,245E+06
Vanadium (V) Em. Wasser /kg	0	29,861E-06	0	29,861E-06
Wolfram (W); Em. Wasser /kg	0	27,708E-09	0	27,708E-09
Xylol; Em. Wasser /kg	0	1,139E-03	0	1,139E-03
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	46,654E-06	141,419E-06	0	188,073E-06
Zinn (Sn); Em. Wasser /kg	0	34,46E-09	0	34,46E-09

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-4,241	0	-4,241
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-347,919	0	0	-347,919
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-756,268	0	0	-756,268
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-230,857	0	0	-230,857
Roherdölgas; Rohstoff, fossil /kg	0	-9,179	0	-9,179
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-46,106	0	0	-46,106
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-746,62E-03	0	-746,62E-03
Rohsteinkohle /kg	-291,17	-3,582	0	-294,752
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-12,906	0	0	-12,906
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-16,4	-246,713	-3,069	-266,183

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Barit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,148	0	-1,148
Bauxit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-8,445E-03	0	-8,445E-03
Bentonit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-85,523E-03	0	-85,523E-03
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,151	0	-1,151
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,613	0	-1,613
Kupfer (Cu); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-3,212E-03	0	-3,212E-03
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-9,549E-03	0	-9,549E-03
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-37,043E-03	-165,234E-06	0	-37,208E-03

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohstammholz; Rohstoff, regenerativ /kg	0	-50,466E-03	0	-50,466E-03

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-207,169E+03	0	0	-207,169E+03
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-1,356	0	-1,356

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	12,636E+03	0	0	12,636E+03

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall K3, Destillensumpf, (LAGA-Nr. 55370); Abfall TV /kg	0	0	-291,075	-291,075
Abfall a. d. Herstellung synth. Isoparaffine, unspez.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-7,582	0	0	-7,582
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-32,112E-03	0	0	-32,112E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-2,239E-03	0	0	-2,239E-03
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Isoparaffine,synthetische (Reiniger K); RM /kg	-204,245	0	0	-204,245
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Raffinerieschlamm/ Bilgenöl, Sonderabfall; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung synth. Isoparaffine; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-4,5	0	-4,5
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-32,19	0	0	-32,19
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-150,493E-03	0	0	-150,493E-03
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-713,419E-03	0	0	-713,419E-03
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-92,031	0	0	-92,031
Wasserkraft /MJ	-659,978	0	0	-659,978

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall K3, Destillensumpf, (LAGA-Nr. 55370); Abfall TV /kg	291,075	0	0	291,075
Abfall a. d. Herstellung synth. Isoparaffine, unspez.; AzB /kg	0	2,688	0	2,688
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	343,414E-03	0	0	343,414E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	530,829E-03	0	0	530,829E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	7,185E-03	0	0	7,185E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	1,586E-03	0	0	1,586E-03
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	979,733E-06	0	0	979,733E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	66,342E-03	0	0	66,342E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	1,493E-03	0	0	1,493E-03
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	191,281E-09	28,012E-09	0	219,293E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	19,987E-06	302,936E-09	0	20,29E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	34,764E-06	166,208E-09	0	34,931E-06
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	4,383E-03	0	0	4,383E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	5,585E+03	0	0	5,585E+03
Isoparaffine,synthetische (Reiniger K); RM /kg	0	204,245	0	204,245
Kühlwasser, erwärmt /m³	199,738	0	0	199,738
Raffinerieschlamm/ Bilgenöl, Sonderabfall; AzB /kg	0	100,284E-03	0	100,284E-03
Sondermüll a. d. Herstellung synth. Isoparaffine; AzB /kg	0	99,631E-06	0	99,631E-06
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	713,419E-03	0	0	713,419E-03
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	77,822	0	0	77,822
REA-Gips; SeRo /kg	73,742E-03	0	0	73,742E-03

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	11,934E+03	11,934E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-1,252E-03	0	0	-1,252E-03
Argon (Ar); Minork. /kg	-27,084E-03	0	0	-27,084E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-194,385E-03	0	0	-194,385E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-1,713E-06	0	0	-1,713E-06
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-33,59E-03	0	0	-33,59E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-751,623E-06	0	0	-751,623E-06
Harze; Minork. /kg	-3,266E-03	0	0	-3,266E-03
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-2,942E-03	0	0	-2,942E-03
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-47,179E-03	0	0	-47,179E-03
Mineralien, unspezifiziert; Minork. /kg	0	-1,304E-03	0	-1,304E-03
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-29,287E-03	0	0	-29,287E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-27,058E-03	0	0	-27,058E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-1,687E-03	0	0	-1,687E-03
Polyacrylamid; Minork. /kg	-2,799E-03	0	0	-2,799E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-13,063E-03	0	0	-13,063E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-29,391E-03	0	0	-29,391E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-3,266E-03	0	0	-3,266E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-78,402E-03	0	0	-78,402E-03
TMT 15; Minork. /m³	-4,283E-09	0	0	-4,283E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-13,089E-03	0	0	-13,089E-03

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
Mineralien, unspezifiziert; Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-8,214E+03	0	0	-8,214E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	8,214E+03	0	0	8,214E+03
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	7,581	0	0	7,581
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	519,173	0	519,173

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	239,794	0	0	239,794
Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	16,984E+03	0	0	16,984E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	7,633E+03	0	0	7,633E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-5,585E+03	0	0	-5,585E+03
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	285,368E-03	0	0	285,368E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-10,619E+03	0	-7,213E+03	-17,832E+03

Tab. 12 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage K3, original

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, original

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichschargen a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Acetaldehyd (CH3-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	18,937E-06	0	18,937E-06
Aceton (CH3-CO-CH3); Em. Atmosph. /kg	0	18,973E-06	0	18,973E-06
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	66,623	0	0	66,623
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	1,139E+03	0	0	1,139E+03
Aldehyde (R-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	195,852E-09	0	195,852E-09
Alkane; Em. Atmosph. /kg	0	6,526E-03	0	6,526E-03
Alkene; Em. Atmosph. /kg	0	19,484E-06	0	19,484E-06
Aluminium (Al); Em. Atmosph. /kg	0	166,937E-06	0	166,937E-06
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	8,41E-03	37,297E-06	62,002E-03	70,449E-03
Antimon (Sb); Em. Atmosph. /kg	0	82,537E-09	0	82,537E-09
Arsen (As); Em. Atmosph. /kg	0	13,433E-06	0	13,433E-06
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	90,521E-06	0	0	90,521E-06
Barium (Ba); Em. Atmosph. /kg	0	756,047E-09	0	756,047E-09
Benzo(a)pyren; Em. Atmosph. /kg	0	52,109E-09	0	52,109E-09
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	2,56E-03	24,625E-03	27,184E-03
Beryllium (Be); Em. Atmosph. /kg	0	7,91E-09	0	7,91E-09
Blei (Pb); Em. Atmosph. /kg	0	75,478E-06	4,397E-06	79,876E-06
Bor (B); Em. Atmosph. /kg	0	34,644E-06	0	34,644E-06
Brom (Br); Em. Atmosph. /kg	0	7,466E-06	0	7,466E-06
Butan (C4H10); Em. Atmosph. /kg	0	25,142E-03	0	25,142E-03
Buten (C4H8); Em. Atmosph. /kg	0	592,584E-06	0	592,584E-06
Cadmium (Cd); Em. Atmosph. /kg	0	33,476E-06	0	33,476E-06
Calzium (Ca); Em. Atmosph. /kg	0	237,678E-06	0	237,678E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	77,705E-03	4,137E-03	0	81,842E-03
Chrom (Cr); Em. Atmosph. /kg	0	20,546E-06	2,199E-06	22,744E-06
Cyanide; Em. Atmosph. /kg	0	63,004E-09	0	63,004E-09
Dichlorethen (Cl2C2H2); Em. Atmosph. /kg	0	684,043E-09	0	684,043E-09
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	940,859E-12	247,568E-12	1,188E-09
Distickstoffmonoxid (N2O), Lachgas; Em. Atmosph. /kg	0	1,997E-03	0	1,997E-03
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	82,635E+06	0	0	82,635E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	264,532	0	0	264,532
Eisen (Fe); Em. Atmosph. /kg	0	377,613E-06	0	377,613E-06
Essigsäure (CH3COOH); Em. Atmosph. /kg	0	78,573E-06	0	78,573E-06
Ethan (C2H6); Em. Atmosph. /kg	0	6,204E-03	0	6,204E-03
Ethanol (C2H5OH); Em. Atmosph. /kg	0	37,771E-06	0	37,771E-06
Ethen (C2H4); Em. Atmosph. /kg	0	1,221E-03	0	1,221E-03
Ethin (C2H2); Em. Atmosph. /kg	0	1,408E-06	0	1,408E-06
Ethylbenzol (C6H5-C2H5); Em. Atmosph. /kg	0	606,354E-06	0	606,354E-06
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	9,788E-03	469,419E-06	0	10,257E-03
Formaldehyd (HCHO); Em. Atmosph. /kg	0	80,563E-06	0	80,563E-06
H 1301 Halon; Em. Atmosph. /kg	0	89,437E-06	0	89,437E-06
Helium (He); Em. Atmosph. /kg	0	18,384E-03	0	18,384E-03
Heptan (C7H16); Em. Atmosph. /kg	0	5,926E-03	0	5,926E-03
Hexafluorethan (CF3CF3); Em. Atmosph. /kg	0	543,634E-09	0	543,634E-09
Hexan (C6H14); Em. Atmosph. /kg	0	12,526E-03	0	12,526E-03
Iod (I); Em. Atmosph. /kg	0	3,578E-06	0	3,578E-06
Isoparaffine, synthetische; Em. Atmosph. /kg	15,021	0	0	15,021
Kalium (K); Em. Atmosph. /kg	0	20,169E-06	0	20,169E-06
Kobalt (Co); Em. Atmosph. /kg	0	34,36E-06	0	34,36E-06
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	4,423E+03	237,152	1,351E+03	6,012E+03
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	1,171	281,436E-03	6,276	7,728
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Atmosph. /kg	0	13,655E-06	0	13,655E-06
Kupfer (Cu); Em. Atmosph. /kg	0	61,362E-06	2,594E-06	63,956E-06
Lanthan; Em. Atmosph. /kg	0	66,819E-09	0	66,819E-09

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, original

Magnesium (Mg); Em. Atmosph. /kg	0	59,277E-06	0	59,277E-06
Mangan (Mn); Em. Atmosph. /kg	0	14,505E-06	0	14,505E-06
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	9,495	1,479	167,865E-03	11,143
Methanol (CH3OH); Em. Atmosph. /kg	0	57,635E-06	0	57,635E-06
Molybdän (Mo); Em. Atmosph. /kg	0	16,796E-06	0	16,796E-06
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph./kg	318,921E-03	2,825	395,791E-03	3,54
Natrium (Na+); Em. Atmosph. /kg	0	941,996E-06	0	941,996E-06
Nickel (Ni); Em. Atmosph. /kg	0	1,025E-03	2,858E-06	1,028E-03
PAK; Em. Atmosph. /kg	0	1,044E-06	0	1,044E-06
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	11,247E-03	8,732E-03	19,979E-03
Pentan (C5H12); Em. Atmosph. /kg	0	31,684E-03	0	31,684E-03
Phenole; Em. Atmosph. /kg	0	30,386E-09	0	30,386E-09
Phosphor (P); Em. Atmosph. /kg	0	19,339E-06	0	19,339E-06
Propan (C3H8); Em. Atmosph. /kg	0	24,825E-03	0	24,825E-03
Propen (C3H6); Em. Atmosph. /kg	0	1,189E-03	0	1,189E-03
Propionaldehyd; Em. Atmosph. /kg	0	12,493E-09	0	12,493E-09
Propionsäure (CH3-CH2-COOH); Em. Atmosph. /kg	0	392,425E-09	0	392,425E-09
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	94,594E-09	2,647E-06	0	2,742E-06
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	3,546E+09	0	0	3,546E+09
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	1,029E+03	0	1,011E+03	2,04E+03
Scandium (Sc); Em. Atmosph. /kg	0	25,277E-09	0	25,277E-09
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	2,533	1,566	4,955	9,053
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	21,133E-03	15,299E-03	36,432E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Atmosph. /kg	0	40,424E-06	0	40,424E-06
Selen (Se); Em. Atmosph. /kg	0	14,514E-06	0	14,514E-06
Silizium (Si); Em. Atmosph. /kg	0	432,627E-06	0	432,627E-06
Staub; Em. Atmosph. /kg	340,969E-03	306,542E-03	247,568E-03	895,079E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	15,379E+03	0	8,271E+03	23,65E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	2,77	1,191	1,196	5,158
Strontium (Sr); Em. Atmosph. /kg	0	2,658E-06	0	2,658E-06
Tetrafluormethan (CF4), Kühlmittel FC 14; Em. Atmosph. /kg	0	4,356E-06	0	4,356E-06
Thallium (Tl); Em. Atmosph. /kg	0	6,538E-09	0	6,538E-09
Thorium (Th); Em. Atmosph. /kg	0	139,01E-09	0	139,01E-09
Titan (Ti); Em. Atmosph. /kg	0	7,182E-06	0	7,182E-06
Toluol (C7H8); Em. Atmosph. /kg	0	3,672E-03	0	3,672E-03
Uran (U); Em. Atmosph. /kg	0	61,248E-09	0	61,248E-09
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	271,562E-06	4,174E-03	0	4,446E-03
Vinylchlorid VC (Monomer); Em. Atmosph. /kg	0	388,824E-09	0	388,824E-09
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	2,603E+03	0	717,639	3,32E+03
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	14,418E+03	0	0	14,418E+03
Xylol; Em. Atmosph. /kg	0	2,439E-03	0	2,439E-03
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	84,921E-06	18,469E-06	103,39E-06
Zinn (Sn); Em. Atmosph. /kg	0	52,968E-09	26,384E-06	26,437E-06
Zirkonium (Zr); Em. Atmosph. /kg	0	35,93E-09	0	35,93E-09

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	67,331E-06	0	67,331E-06
Aktinide; Em. Wasser /Bq	148,454E+03	0	0	148,454E+03
Alkane; Em. Wasser /kg	0	2,434E-03	0	2,434E-03
Alkene; Em. Wasser /kg	0	220,94E-06	0	220,94E-06
Aluminium (Al); Em. Wasser /kg	0	6,356E-03	0	6,356E-03
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	37,797E-03	0	37,797E-03
Antimon (Sb); Em. Wasser /kg	0	189,012E-09	0	189,012E-09
Arsen (As); Em. Wasser /kg	0	26,233E-06	0	26,233E-06
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	1,551E-03	0	1,551E-03
Barit; Em. Wasser /kg	0	345,795E-03	0	345,795E-03
Barium (Ba); Em. Wasser /kg	0	47,44E-03	0	47,44E-03
Benzol (C6H6); Em. Wasser /kg	0	2,436E-03	0	2,436E-03
Blei (Pb); Em. Wasser /kg	0	85,742E-06	0	85,742E-06
Bor (B); Em. Wasser /kg	0	548,024E-06	0	548,024E-06
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	48,635E-03	0	48,635E-03
Cadmium (Cd); Em. Wasser /kg	0	19,573E-06	0	19,573E-06
Calzium (Ca); Em. Wasser /kg	0	643,394E-03	0	643,394E-03
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	314,831E-03	9,952	0	10,267
Chrom VI (Cr); Em. Wasser /kg	0	10,333E-09	0	10,333E-09
Chrom-III (Cr); Em. Wasser /kg	0	225,267E-06	0	225,267E-06

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, original

Cyanid (CN-); Em. Wasser /kg	0	76,11E-06	0	76,11E-06
Cäsium (Cs); Em. Wasser /kg	0	18,721E-06	0	18,721E-06
DOC, gelöster organischer Kohlenstoff; Em. Wasser /kg	0	7,812E-06	0	7,812E-06
Dichlorethen (Cl2C2H2); Em. Wasser /kg	0	341,295E-09	0	341,295E-09
Dichlormethan (Cl2CH2); Em. Wasser /kg	0	16,417E-06	0	16,417E-06
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	9,571E-03	0	9,571E-03
Ethylbenzol (C6H5-C2H5); Em. Wasser /kg	0	449,618E-06	0	449,618E-06
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	1,068	0	1,068
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	2,594E-03	0	2,594E-03
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	1,267E-03	347,38E-03	0	348,647E-03
Fettsäuren als C, unspez.; Em. Wasser /kg	0	95,021E-03	0	95,021E-03
Fluorid (F-); Em. Wasser /kg	0	333,716E-06	0	333,716E-06
Glutaraldehyd; Em. Wasser /kg	0	42,634E-06	0	42,634E-06
Hypochlorige Säure (HClO); Em. Wasser /kg	0	35,686E-06	0	35,686E-06
Hypochlorition (ClO-); Em. Wasser /kg	0	35,686E-06	0	35,686E-06
Iod (I); Em. Wasser /kg	0	1,872E-03	0	1,872E-03
Kalium (K); Em. Wasser /kg	0	90,841E-03	0	90,841E-03
Kobalt (Co); Em. Wasser /kg	0	12,421E-06	0	12,421E-06
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	3,449E-06	0	3,449E-06
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	90,521E-06	11,275E-03	0	11,366E-03
Kupfer (Cu); Em. Wasser /kg	0	64,267E-06	0	64,267E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	4,481	0	0	4,481
Magnesium (Mg); Em. Wasser /kg	0	32,182E-03	0	32,182E-03
Mangan (Mn); Em. Wasser /kg	0	1,16E-03	0	1,16E-03
Molybdän (Mo); Em. Wasser /kg	0	32,118E-06	0	32,118E-06
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	6,058	0	6,058
Nickel (Ni); Em. Wasser /kg	0	84,89E-06	0	84,89E-06
Nitrat (NO3-); Em. Wasser /kg	0	11,19E-03	0	11,19E-03
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	7,32E+03	0	0	7,32E+03
PAK; Em. Wasser /kg	0	243,426E-06	0	243,426E-06
Phenole; Em. Wasser /kg	0	2,472E-03	0	2,472E-03
Phosphat (PO4 3-); Em. Wasser /kg	0	510,095E-06	0	510,095E-06
Phosphor (P); Em. Wasser /kg	0	334,821E-09	0	334,821E-09
Quecksilber (Hg); Em. Wasser /kg	0	143,081E-09	0	143,081E-09
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	1,385E+06	0	0	1,385E+06
Rubidium (Rb); Em. Wasser /kg	0	187,212E-06	0	187,212E-06
Salze; Em. Wasser /kg	0	11,645E-03	0	11,645E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Wasser /kg	0	1,797E-06	0	1,797E-06
Selen (Se); Em. Wasser /kg	0	44,908E-06	0	44,908E-06
Silber (Ag); Em. Wasser /kg	0	11,233E-06	0	11,233E-06
Silizium (Si); Em. Wasser /kg	0	8,245E-06	0	8,245E-06
Stickstoff (N), org. gebunden; Em. Wasser /kg	0	6,221E-03	0	6,221E-03
Stickstoffverbindungen als N; Em. Wasser /kg	0	36,739E-03	0	36,739E-03
Strontium (Sr); Em. Wasser /kg	0	113,361E-03	0	113,361E-03
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	4,841	324,338E-03	0	5,165
Sulfid (SO3); Em. Wasser /kg	0	539,813E-06	0	539,813E-06
Sulfite; Em. Wasser /kg	0	1,739E-06	0	1,739E-06
Säuren, unspez.; Em. Wasser /kg	0	8,965E-06	0	8,965E-06
TOC; Em. Wasser /kg	0	158,191E-03	0	158,191E-03
Titan (Ti); Em. Wasser /kg	0	372,244E-06	0	372,244E-06
Toluol (C7H8); Em. Wasser /kg	0	2,211E-03	0	2,211E-03
Tributylzinn; Em. Wasser /kg	0	25,022E-06	0	25,022E-06
Trichlorethylen; Em. Wasser /kg	0	58,684E-09	0	58,684E-09
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	2,416E+06	0	0	2,416E+06
Vanadium (V) Em. Wasser /kg	0	46,171E-06	0	46,171E-06
Wolfram (W); Em. Wasser /kg	0	42,843E-09	0	42,843E-09
Xylol; Em. Wasser /kg	0	1,761E-03	0	1,761E-03
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	90,521E-06	218,666E-06	0	309,187E-06
Zinn (Sn); Em. Wasser /kg	0	53,283E-09	0	53,283E-09

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, original

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-6,558	0	-6,558
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-675,052	0	0	-675,052
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-1,467E+03	0	0	-1,467E+03
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-447,922	0	0	-447,922
Roherdölgas; Rohstoff, fossil /kg	0	-14,193	0	-14,193
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-89,458	0	0	-89,458
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-1,154	0	-1,154
Rohsteinkohle /kg	-564,944	-5,539	0	-570,482
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-25,042	0	0	-25,042
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-31,821	-381,475	-4,637	-417,932

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Barit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,775	0	-1,775
Bauxit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-13,057E-03	0	-13,057E-03
Bentonit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-132,237E-03	0	-132,237E-03
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,779	0	-1,779
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-2,494	0	-2,494
Kupfer (Cu); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-4,966E-03	0	-4,966E-03
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-14,764E-03	0	-14,764E-03
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-71,873E-03	-255,49E-06	0	-72,129E-03

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohstammholz; Rohstoff, regenerativ /kg	0	-78,031E-03	0	-78,031E-03

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-401,96E+03	0	0	-401,96E+03
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-2,097	0	-2,097

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	24,514E+03	0	0	24,514E+03

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall K3, Destillensumpf, (LAGA-Nr. 55370); Abfall TV /kg	0	0	-439,73	-439,73
Abfall a. d. Herstellung synth. Isoparaffine, unspez.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-14,711	0	0	-14,711
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-62,305E-03	0	0	-62,305E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, original

Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-4,345E-03	0	0	-4,345E-03
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Isoparaffine,synthetische (Reiniger K); RM /kg	-315,809	0	0	-315,809
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Raffinerieschlamm/ Bilgenöl, Sonderabfall; AzB /kg	0	0	0	0
Reinigungslösung K3 (D-R), Destillat; Stoffstrom, intern /kg	-7,649E-12	0	0	-7,649E-12
Sondermüll a. d. Herstellung synth. Isoparaffine; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-6,958	0	-6,958
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-62,457	0	0	-62,457
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-291,995E-03	0	0	-291,995E-03
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-2,003	0	0	-2,003
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-139,317	0	0	-139,317
Wasserkraft /MJ	-1,281E+03	0	0	-1,281E+03

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall K3, Destillensumpf, (LAGA-Nr. 55370); Abfall TV /kg	439,73	0	0	439,73
Abfall a. d. Herstellung synth. Isoparaffine, unspez.; AzB /kg	0	4,155	0	4,155
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	666,311E-03	0	0	666,311E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	1,03	0	0	1,03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	13,94E-03	0	0	13,94E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	3,078E-03	0	0	3,078E-03
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	1,901E-03	0	0	1,901E-03
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	128,72E-03	0	0	128,72E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	2,897E-03	0	0	2,897E-03
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	371,135E-09	43,313E-09	0	414,448E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	38,779E-06	468,408E-09	0	39,248E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	67,452E-06	256,996E-09	0	67,709E-06
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	8,505E-03	0	0	8,505E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	10,836E+03	0	0	10,836E+03
Isoparaffine,synthetische (Reiniger K); RM /kg	0	315,809	0	315,809
Kühlwasser, erwärmt /m³	387,542	0	0	387,542
Raffinerieschlamm/ Bilgenöl, Sonderabfall; AzB /kg	0	155,062E-03	0	155,062E-03
Reinigungslösung K3 (D-R), Destillat; Stoffstrom, intern /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung synth. Isoparaffine; AzB /kg	0	154,052E-06	0	154,052E-06
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	1,878	0	0	1,878
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	150,995	0	0	150,995
REA-Gips; SeRo /kg	143,079E-03	0	0	143,079E-03

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, original

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	18,029E+03	18,029E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-2,429E-03	0	0	-2,429E-03
Argon (Ar); Minork. /kg	-52,551E-03	0	0	-52,551E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-377,157E-03	0	0	-377,157E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-3,324E-06	0	0	-3,324E-06
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-65,173E-03	0	0	-65,173E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-1,458E-03	0	0	-1,458E-03
Harze; Minork. /kg	-6,336E-03	0	0	-6,336E-03
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-5,708E-03	0	0	-5,708E-03
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-91,539E-03	0	0	-91,539E-03
Mineralien, unspezifiziert; Minork. /kg	0	-2,016E-03	0	-2,016E-03
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-56,825E-03	0	0	-56,825E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-52,5E-03	0	0	-52,5E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-3,274E-03	0	0	-3,274E-03
Polyacrylamid; Minork. /kg	-5,431E-03	0	0	-5,431E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-25,345E-03	0	0	-25,345E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-57,026E-03	0	0	-57,026E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-6,336E-03	0	0	-6,336E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-152,12E-03	0	0	-152,12E-03
TMT 15; Minork. /m³	-8,309E-09	0	0	-8,309E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-25,395E-03	0	0	-25,395E-03

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
Mineralien, unspezifiziert; Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-15,937E+03	0	0	-15,937E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	15,937E+03	0	0	15,937E+03
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	14,71	0	0	14,71

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K3, original

Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	802,76	0	802,76
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	465,262	0	0	465,262
Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	32,954E+03	0	0	32,954E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	14,809E+03	0	0	14,809E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-10,836E+03	0	0	-10,836E+03
Restverschmutzung, fest; MNB /kg	125,172E-03	0	0	125,172E-03
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	375,516E-03	0	0	375,516E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-20,604E+03	0	-10,897E+03	-31,501E+03

Tab. 13 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage K4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenpez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Acetaldehyd (CH3-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	2,073E-06	0	2,073E-06
Aceton (CH3-CO-CH3); Em. Atmosph. /kg	0	2,077E-06	0	2,077E-06
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	34,24	0	0	34,24
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	585,568	0	0	585,568
Aldehyde (R-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	21,438E-09	0	21,438E-09
Alkane; Em. Atmosph. /kg	0	423,592E-06	0	423,592E-06
Alkene; Em. Atmosph. /kg	0	2,133E-06	0	2,133E-06
Aluminium (Al); Em. Atmosph. /kg	0	18,275E-06	0	18,275E-06
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	4,322E-03	4,081E-06	3,796E-03	8,122E-03
Antimon (Sb); Em. Atmosph. /kg	0	9,034E-09	0	9,034E-09
Arsen (As); Em. Atmosph. /kg	0	868,184E-09	0	868,184E-09
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	46,522E-06	0	0	46,522E-06
Barium (Ba); Em. Atmosph. /kg	0	82,756E-09	0	82,756E-09
Benzo(a)pyren; Em. Atmosph. /kg	0	5,704E-09	0	5,704E-09
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	163,855E-06	1,513E-03	1,677E-03
Beryllium (Be); Em. Atmosph. /kg	0	865,79E-12	0	865,79E-12
Blei (Pb); Em. Atmosph. /kg	0	5,628E-06	15,128E-06	20,755E-06
Bor (B); Em. Atmosph. /kg	0	3,793E-06	0	3,793E-06
Brom (Br); Em. Atmosph. /kg	0	817,249E-09	0	817,249E-09
Butan (C4H10); Em. Atmosph. /kg	0	1,589E-03	0	1,589E-03
Buten (C4H8); Em. Atmosph. /kg	0	35,791E-06	0	35,791E-06
Cadmium (Cd); Em. Atmosph. /kg	0	2,16E-06	0	2,16E-06
Calzium (Ca); Em. Atmosph. /kg	0	20,746E-06	0	20,746E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	39,935E-03	334,28E-06	0	40,27E-03
Chrom (Cr); Em. Atmosph. /kg	0	1,496E-06	142,715E-09	1,639E-06
Cyanide; Em. Atmosph. /kg	0	6,896E-09	0	6,896E-09
Dichlorethen (Cl2C2H2); Em. Atmosph. /kg	0	74,875E-09	0	74,875E-09
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	102,987E-12	15,213E-12	118,2E-12
Distickstoffmonoxid (N2O), Lachgas; Em. Atmosph. /kg	0	218,543E-06	0	218,543E-06
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	42,469E+06	0	0	42,469E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	135,952	0	0	135,952
Eisen (Fe); Em. Atmosph. /kg	0	33,806E-06	0	33,806E-06
Essigsäure (CH3COOH); Em. Atmosph. /kg	0	8,6E-06	0	8,6E-06
Ethan (C2H6); Em. Atmosph. /kg	0	388,298E-06	0	388,298E-06
Ethanol (C2H5OH); Em. Atmosph. /kg	0	4,136E-06	0	4,136E-06
Ethen (C2H4); Em. Atmosph. /kg	0	75,549E-06	0	75,549E-06
Ethin (C2H2); Em. Atmosph. /kg	0	154,084E-09	0	154,084E-09
Ethylbenzol (C6H5-C2H5); Em. Atmosph. /kg	0	37,294E-06	0	37,294E-06
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	5,03E-03	37,323E-06	0	5,068E-03
Formaldehyd (HCHO); Em. Atmosph. /kg	0	8,821E-06	0	8,821E-06
H 1301 Halon; Em. Atmosph. /kg	0	9,789E-06	0	9,789E-06
Helium (He); Em. Atmosph. /kg	0	2,012E-03	0	2,012E-03
Heptan (C7H16); Em. Atmosph. /kg	0	357,914E-06	0	357,914E-06
Hexafluorethan (CF3CF3); Em. Atmosph. /kg	0	59,506E-09	0	59,506E-09
Hexan (C6H14); Em. Atmosph. /kg	0	789,545E-06	0	789,545E-06
Iod (I); Em. Atmosph. /kg	0	391,609E-09	0	391,609E-09
Kalium (K); Em. Atmosph. /kg	0	2,208E-06	0	2,208E-06
Kobalt (Co); Em. Atmosph. /kg	0	2,256E-06	0	2,256E-06
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	2,273E+03	19,04	88,255	2,381E+03
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	601,947E-03	31,546E-03	385,723E-03	1,019
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Atmosph. /kg	0	1,495E-06	0	1,495E-06
Kupfer (Cu); Em. Atmosph. /kg	0	4,456E-06	9,134E-06	13,59E-06
Lanthan; Em. Atmosph. /kg	0	7,314E-09	0	7,314E-09
Magnesium (Mg); Em. Atmosph. /kg	0	6,489E-06	0	6,489E-06
Mangan (Mn); Em. Atmosph. /kg	0	1,588E-06	0	1,588E-06

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	4,88	160,229E-03	10,382E-03	5,051
Methanol (CH3OH); Em. Atmosph. /kg	0	6,309E-06	0	6,309E-06
Molybdän (Mo); Em. Atmosph. /kg	0	1,086E-06	0	1,086E-06
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph./kg	163,905E-03	308,674E-03	24,406E-03	496,984E-03
Natrium (Na+); Em. Atmosph. /kg	0	68,485E-06	0	68,485E-06
Nickel (Ni); Em. Atmosph. /kg	0	82,119E-06	228,343E-09	82,347E-06
PAK; Em. Atmosph. /kg	0	114,282E-09	0	114,282E-09
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	1,312E-03	566,817E-06	1,878E-03
Pentan (C5H12); Em. Atmosph. /kg	0	2,014E-03	0	2,014E-03
Phenole; Em. Atmosph. /kg	0	3,326E-09	0	3,326E-09
Phosphor (P); Em. Atmosph. /kg	0	2,117E-06	0	2,117E-06
Propan (C3H8); Em. Atmosph. /kg	0	1,554E-03	0	1,554E-03
Propen (C3H6); Em. Atmosph. /kg	0	71,972E-06	0	71,972E-06
Propionaldehyd; Em. Atmosph. /kg	0	1,367E-09	0	1,367E-09
Propionsäure (CH3-CH2-COOH); Em. Atmosph. /kg	0	42,954E-09	0	42,954E-09
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	48,615E-09	188,258E-09	0	236,873E-09
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	1,822E+09	0	0	1,822E+09
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	528,687	0	61,995	590,683
Scandium (Sc); Em. Atmosph. /kg	0	2,767E-09	0	2,767E-09
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	1,302	119,221E-03	304,439E-03	1,725
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	2,465E-03	993,083E-06	3,458E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Atmosph. /kg	0	4,423E-06	0	4,423E-06
Selen (Se); Em. Atmosph. /kg	0	986,517E-09	0	986,517E-09
Silizium (Si); Em. Atmosph. /kg	0	47,355E-06	0	47,355E-06
Staub; Em. Atmosph. /kg	175,236E-03	30,567E-03	15,213E-03	221,016E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	7,904E+03	0	507,094	8,411E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	1,424	120,33E-03	74,199E-03	1,618
Strontium (Sr); Em. Atmosph. /kg	0	290,906E-09	0	290,906E-09
Testbenzine, Emission Arbeitsplatz, diffus; Em. Atmosph. /kg	997,468E-03	0	0	997,468E-03
Testbenzine, entaromatisiert; Em. Atmosph. /kg	30,154	0	0	30,154
Tetrafluormethan (CF4), Kühlmittel FC 14; Em. Atmosph. /kg	0	476,833E-09	0	476,833E-09
Thallium (Tl); Em. Atmosph. /kg	0	715,636E-12	0	715,636E-12
Thorium (Th); Em. Atmosph. /kg	0	15,216E-09	0	15,216E-09
Titan (Ti); Em. Atmosph. /kg	0	786,201E-09	0	786,201E-09
Toluol (C7H8); Em. Atmosph. /kg	0	227,463E-06	0	227,463E-06
Uran (U); Em. Atmosph. /kg	0	6,704E-09	0	6,704E-09
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	139,565E-06	336,479E-06	0	476,044E-06
Vinylchlorid VC (Monomer); Em. Atmosph. /kg	0	42,56E-09	0	42,56E-09
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	1,338E+03	0	40,246	1,378E+03
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	7,41E+03	0	0	7,41E+03
Xylol; Em. Atmosph. /kg	0	150,67E-06	0	150,67E-06
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	7,414E-06	3,14E-06	10,554E-06
Zinn (Sn); Em. Atmosph. /kg	0	5,798E-09	1,427E-06	1,433E-06
Zirkonium (Zr); Em. Atmosph. /kg	0	3,933E-09	0	3,933E-09

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	4,055E-06	0	4,055E-06
Aktinide; Em. Wasser /Bq	76,295E+03	0	0	76,295E+03
Alkane; Em. Wasser /kg	0	266,429E-06	0	266,429E-06
Alkene; Em. Wasser /kg	0	24,182E-06	0	24,182E-06
Aluminium (Al); Em. Wasser /kg	0	692,407E-06	0	692,407E-06
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	2,263E-03	0	2,263E-03
Antimon (Sb); Em. Wasser /kg	0	20,689E-09	0	20,689E-09
Arsen (As); Em. Wasser /kg	0	2,209E-06	0	2,209E-06
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	96,935E-06	0	96,935E-06
Barit; Em. Wasser /kg	0	37,85E-03	0	37,85E-03
Barium (Ba); Em. Wasser /kg	0	5,186E-03	0	5,186E-03
Benzol (C6H6); Em. Wasser /kg	0	266,617E-06	0	266,617E-06
Blei (Pb); Em. Wasser /kg	0	8,725E-06	0	8,725E-06
Bor (B); Em. Wasser /kg	0	33,493E-06	0	33,493E-06
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	2,956E-03	0	2,956E-03
Cadmium (Cd); Em. Wasser /kg	0	1,48E-06	0	1,48E-06
Calzium (Ca); Em. Wasser /kg	0	67,114E-03	0	67,114E-03
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	161,802E-03	1,063	0	1,225
Chrom VI (Cr); Em. Wasser /kg	0	1,131E-09	0	1,131E-09
Chrom-III (Cr); Em. Wasser /kg	0	23,994E-06	0	23,994E-06

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

Cyanid (CN-); Em. Wasser /kg	0	5,193E-06	0	5,193E-06
Cäsium (Cs); Em. Wasser /kg	0	2,049E-06	0	2,049E-06
DOC, gelöster organischer Kohlenstoff; Em. Wasser /kg	0	855,146E-09	0	855,146E-09
Dichlorethen (Cl2C2H2); Em. Wasser /kg	0	37,36E-09	0	37,36E-09
Dichlormethan (Cl2CH2); Em. Wasser /kg	0	1,797E-06	0	1,797E-06
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	1,014E-03	0	1,014E-03
Ethylbenzol (C6H5-C2H5); Em. Wasser /kg	0	49,201E-06	0	49,201E-06
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	116,874E-03	0	116,874E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	283,952E-06	0	283,952E-06
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	651,303E-06	37,743E-03	0	38,394E-03
Fettsäuren als C, unspez.; Em. Wasser /kg	0	10,401E-03	0	10,401E-03
Fluorid (F-); Em. Wasser /kg	0	36,528E-06	0	36,528E-06
Glutaraldehyd; Em. Wasser /kg	0	4,67E-06	0	4,67E-06
Hypochlorige Säure (HClO); Em. Wasser /kg	0	3,908E-06	0	3,908E-06
Hypochlorition (ClO-); Em. Wasser /kg	0	3,908E-06	0	3,908E-06
Iod (I); Em. Wasser /kg	0	204,938E-06	0	204,938E-06
Kalium (K); Em. Wasser /kg	0	9,281E-03	0	9,281E-03
Kobalt (Co); Em. Wasser /kg	0	1,36E-06	0	1,36E-06
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	377,54E-09	0	377,54E-09
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	46,522E-06	1,234E-03	0	1,281E-03
Kupfer (Cu); Em. Wasser /kg	0	6,372E-06	0	6,372E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	2,303	0	0	2,303
Magnesium (Mg); Em. Wasser /kg	0	2,198E-03	0	2,198E-03
Mangan (Mn); Em. Wasser /kg	0	113,678E-06	0	113,678E-06
Molybdän (Mo); Em. Wasser /kg	0	2,855E-06	0	2,855E-06
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	643,218E-03	0	643,218E-03
Nickel (Ni); Em. Wasser /kg	0	8,629E-06	0	8,629E-06
Nitrat (NO3-); Em. Wasser /kg	0	680,441E-06	0	680,441E-06
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	3,762E+03	0	0	3,762E+03
PAK; Em. Wasser /kg	0	26,646E-06	0	26,646E-06
Phenole; Em. Wasser /kg	0	258,614E-06	0	258,614E-06
Phosphat (PO4 3-); Em. Wasser /kg	0	49,212E-06	0	49,212E-06
Phosphor (P); Em. Wasser /kg	0	36,649E-09	0	36,649E-09
Quecksilber (Hg); Em. Wasser /kg	0	9,038E-09	0	9,038E-09
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	711,781E+03	0	0	711,781E+03
Rubidium (Rb); Em. Wasser /kg	0	20,492E-06	0	20,492E-06
Salze; Em. Wasser /kg	0	1,275E-03	0	1,275E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Wasser /kg	0	196,644E-09	0	196,644E-09
Selen (Se); Em. Wasser /kg	0	4,254E-06	0	4,254E-06
Silber (Ag); Em. Wasser /kg	0	1,23E-06	0	1,23E-06
Silizium (Si); Em. Wasser /kg	0	902,435E-09	0	902,435E-09
Stickstoffverbindungen als N; Em. Wasser /kg	0	2,559E-03	0	2,559E-03
Strontium (Sr); Em. Wasser /kg	0	12,362E-03	0	12,362E-03
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	2,488	22,256E-03	0	2,51
Sulfid (SO3); Em. Wasser /kg	0	32,594E-06	0	32,594E-06
Sulfite; Em. Wasser /kg	0	190,339E-09	0	190,339E-09
Säuren, unspez.; Em. Wasser /kg	0	981,251E-09	0	981,251E-09
TOC; Em. Wasser /kg	0	15,135E-03	0	15,135E-03
Titan (Ti); Em. Wasser /kg	0	40,745E-06	0	40,745E-06
Toluol (C7H8); Em. Wasser /kg	0	241,956E-06	0	241,956E-06
Tributylzinn; Em. Wasser /kg	0	2,739E-06	0	2,739E-06
Trichlorethylen; Em. Wasser /kg	0	6,423E-09	0	6,423E-09
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	1,242E+06	0	0	1,242E+06
Vanadium (V) Em. Wasser /kg	0	4,39E-06	0	4,39E-06
Wolfram (W); Em. Wasser /kg	0	4,69E-09	0	4,69E-09
Xylol; Em. Wasser /kg	0	192,729E-06	0	192,729E-06
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	46,522E-06	17,31E-06	0	63,832E-06
Zinn (Sn); Em. Wasser /kg	0	5,832E-09	0	5,832E-09

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

Rohbraunkohle /kg	0	-554,096E-03	0	-554,096E-03
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-346,932	0	0	-346,932
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-754,123	0	0	-754,123
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-230,202	0	0	-230,202
Roherdölgas; Rohstoff, fossil /kg	0	-1,554	0	-1,554
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-45,975	0	0	-45,975
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-99,027E-03	0	-99,027E-03
Rohsteinkohle /kg	-290,344	-526,01E-03	0	-290,87
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-12,87	0	0	-12,87
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-16,354	-41,772	-300,959E-03	-58,427

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Barit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-194,316E-03	0	-194,316E-03
Bauxit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,429E-03	0	-1,429E-03
Bentonit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-14,475E-03	0	-14,475E-03
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-194,781E-03	0	-194,781E-03
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-272,943E-03	0	-272,943E-03
Kupfer (Cu); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-543,59E-06	0	-543,59E-06
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,616E-03	0	-1,616E-03
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-36,938E-03	-26,039E-06	0	-36,964E-03

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohstammholz; Rohstoff, regenerativ /kg	0	-8,541E-03	0	-8,541E-03

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-255,687E+03	0	0	-255,687E+03
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-233,131E-03	0	-233,131E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	5,994E+03	0	0	5,994E+03
Abwärme über Abwasser; Abwärme Wasser /MJ	6,602E+03	0	0	6,602E+03

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall K4 (LAGA-Nr. 54113); Abfall TV /kg	0	0	-28,543	-28,543
Abfall a. d. Herstellung entaromat. Testbezine, unspez.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abwasser K4 (erwärmt, Indirekteinleiter); Abwasser TV /kg	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-7,56	0	0	-7,56
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-32,021E-03	0	0	-32,021E-03
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-2,233E-03	0	0	-2,233E-03
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Raffinerieschlamm/ Bilgenöl, Sonderabfall; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung entaromat. Testbenzine; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-577,58E-03	0	-577,58E-03
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-32,099	0	0	-32,099
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-150,066E-03	0	0	-150,066E-03
Testbenzine, entaromatisiert (Reiniger K); RM /kg	-36,83	0	0	-36,83
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-7,443	0	0	-7,443
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-23,479	0	0	-23,479
Wasserkraft /MJ	-658,106	0	0	-658,106

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall K4 (LAGA-Nr. 54113); Abfall TV /kg	28,543	0	0	28,543
Abfall a. d. Herstellung entaromat. Testbezine, unspez.; AzB /kg	0	446,731E-03	0	446,731E-03
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	342,44E-03	0	0	342,44E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	529,323E-03	0	0	529,323E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	7,164E-03	0	0	7,164E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	1,582E-03	0	0	1,582E-03
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	976,955E-06	0	0	976,955E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	66,154E-03	0	0	66,154E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	1,489E-03	0	0	1,489E-03
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	190,739E-09	4,414E-09	0	195,153E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	19,93E-06	47,742E-09	0	19,978E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	34,666E-06	26,193E-09	0	34,692E-06
Abwasser K4 (erwärmt, Indirekteinleiter); Abwasser TV /kg	49,106E+03	0	0	49,106E+03
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	4,371E-03	0	0	4,371E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	5,569E+03	0	0	5,569E+03
Kühlwasser, erwärmt /m³	199,171	0	0	199,171
Raffinerieschlamm/ Bilgenöl, Sonderabfall; AzB /kg	0	10,743E-03	0	10,743E-03
Sondermüll a. d. Herstellung entaromat. Testbenzine; AzB /kg	0	16,864E-06	0	16,864E-06
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Testbenzine, entaromatisiert (Reiniger K); RM /kg	0	36,83	0	36,83
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	7,443	0	0	7,443
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	77,601	0	0	77,601
REA-Gips; SeRo /kg	73,533E-03	0	0	73,533E-03

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	1,113E+03	1,113E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-1,248E-03	0	0	-1,248E-03
Argon (Ar); Minork. /kg	-27,008E-03	0	0	-27,008E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-193,834E-03	0	0	-193,834E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-1,708E-06	0	0	-1,708E-06
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-33,495E-03	0	0	-33,495E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-749,492E-06	0	0	-749,492E-06
Harze; Minork. /kg	-3,256E-03	0	0	-3,256E-03
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-2,933E-03	0	0	-2,933E-03
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-47,045E-03	0	0	-47,045E-03
Mineralien, unspezifiziert; Minork. /kg	0	-220,683E-06	0	-220,683E-06
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-29,204E-03	0	0	-29,204E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-26,982E-03	0	0	-26,982E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-1,683E-03	0	0	-1,683E-03
Polyacrylamid; Minork. /kg	-2,791E-03	0	0	-2,791E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-13,026E-03	0	0	-13,026E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-29,308E-03	0	0	-29,308E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-3,256E-03	0	0	-3,256E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-78,18E-03	0	0	-78,18E-03
TMT 15; Minork. /m³	-4,271E-09	0	0	-4,271E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-13,051E-03	0	0	-13,051E-03

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
Mineralien, unspezifiziert; Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-8,191E+03	0	0	-8,191E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	8,191E+03	0	0	8,191E+03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	7,56	0	0	7,56
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	87,869	0	87,869
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	239,114	0	0	239,114
Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	16,936E+03	0	0	16,936E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	7,611E+03	0	0	7,611E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-5,569E+03	0	0	-5,569E+03
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	613,826E-03	0	0	613,826E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-10,589E+03	0	-668,133	-11,257E+03

Tab. 14 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage K6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenpez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Acetaldehyd (CH3-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	7,43E-06	0	7,43E-06
Aceton (CH3-CO-CH3); Em. Atmosph. /kg	0	7,444E-06	0	7,444E-06
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	18,554	0	0	18,554
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	317,309	0	0	317,309
Aldehyde (R-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	76,839E-09	0	76,839E-09
Alkane; Em. Atmosph. /kg	0	2,56E-03	0	2,56E-03
Alkene; Em. Atmosph. /kg	0	7,644E-06	0	7,644E-06
Aluminium (Al); Em. Atmosph. /kg	0	65,495E-06	0	65,495E-06
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	2,342E-03	14,633E-06	42,113E-03	44,47E-03
Antimon (Sb); Em. Atmosph. /kg	0	32,382E-09	0	32,382E-09
Arsen (As); Em. Atmosph. /kg	0	5,27E-06	0	5,27E-06
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	25,209E-06	0	0	25,209E-06
Barium (Ba); Em. Atmosph. /kg	0	296,622E-09	0	296,622E-09
Benzo(a)pyren; Em. Atmosph. /kg	0	20,444E-09	0	20,444E-09
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	1,004E-03	16,971E-03	17,975E-03
Beryllium (Be); Em. Atmosph. /kg	0	3,103E-09	0	3,103E-09
Blei (Pb); Em. Atmosph. /kg	0	29,613E-06	0	29,613E-06
Bor (B); Em. Atmosph. /kg	0	13,592E-06	0	13,592E-06
Brom (Br); Em. Atmosph. /kg	0	2,929E-06	0	2,929E-06
Butan (C4H10); Em. Atmosph. /kg	0	9,864E-03	0	9,864E-03
Buten (C4H8); Em. Atmosph. /kg	0	232,49E-06	0	232,49E-06
Cadmium (Cd); Em. Atmosph. /kg	0	13,134E-06	0	13,134E-06
Calzium (Ca); Em. Atmosph. /kg	0	93,249E-06	0	93,249E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	21,64E-03	1,623E-03	0	23,263E-03
Chrom (Cr); Em. Atmosph. /kg	0	8,061E-06	715,331E-09	8,776E-06
Cyanide; Em. Atmosph. /kg	0	24,718E-09	0	24,718E-09
Dichlorethen (Cl2C2H2); Em. Atmosph. /kg	0	268,372E-09	0	268,372E-09
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	369,129E-12	168,49E-12	537,62E-12
Distickstoffmonoxid (N2O), Lachgas; Em. Atmosph. /kg	0	783,322E-06	0	783,322E-06
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	23,013E+06	0	0	23,013E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	73,67	0	0	73,67
Eisen (Fe); Em. Atmosph. /kg	0	148,15E-06	0	148,15E-06
Essigsäure (CH3COOH); Em. Atmosph. /kg	0	30,827E-06	0	30,827E-06
Ethan (C2H6); Em. Atmosph. /kg	0	2,434E-03	0	2,434E-03
Ethanol (C2H5OH); Em. Atmosph. /kg	0	14,819E-06	0	14,819E-06
Ethen (C2H4); Em. Atmosph. /kg	0	479,229E-06	0	479,229E-06
Ethin (C2H2); Em. Atmosph. /kg	0	552,282E-09	0	552,282E-09
Ethylbenzol (C6H5-C2H5); Em. Atmosph. /kg	0	237,892E-06	0	237,892E-06
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	2,726E-03	184,168E-06	0	2,91E-03
Formaldehyd (HCHO); Em. Atmosph. /kg	0	31,607E-06	0	31,607E-06
H 1301 Halon; Em. Atmosph. /kg	0	35,089E-06	0	35,089E-06
Helium (He); Em. Atmosph. /kg	0	7,213E-03	0	7,213E-03
Heptan (C7H16); Em. Atmosph. /kg	0	2,325E-03	0	2,325E-03
Hexafluorethan (CF3CF3); Em. Atmosph. /kg	0	213,285E-09	0	213,285E-09
Hexan (C6H14); Em. Atmosph. /kg	0	4,914E-03	0	4,914E-03
Iod (I); Em. Atmosph. /kg	0	1,404E-06	0	1,404E-06
Isoparaffine, Emission Arbeitsplatz, diffus; Em. Atmosph. /kg	67,558E-03	0	0	67,558E-03
Kalium (K); Em. Atmosph. /kg	0	7,913E-06	0	7,913E-06
Kobalt (Co); Em. Atmosph. /kg	0	13,481E-06	0	13,481E-06
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	1,232E+03	93,042	942,556	2,267E+03
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	326,185E-03	110,416E-03	4,265	4,702
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Atmosph. /kg	0	5,357E-06	0	5,357E-06
Kupfer (Cu); Em. Atmosph. /kg	0	24,074E-06	2,518E-06	26,592E-06
Lanthan; Em. Atmosph. /kg	0	26,215E-09	0	26,215E-09
Magnesium (Mg); Em. Atmosph. /kg	0	23,256E-06	0	23,256E-06

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

Mangan (Mn); Em. Atmosph. /kg	0	5,691E-06	0	5,691E-06
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	2,644	580,363E-03	114,242E-03	3,339
Methanol (CH3OH); Em. Atmosph. /kg	0	22,612E-06	0	22,612E-06
Molybdän (Mo); Em. Atmosph. /kg	0	6,59E-06	0	6,59E-06
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph./kg	88,817E-03	1,108	269,5E-03	1,467
Natrium (Na+); Em. Atmosph. /kg	0	369,575E-06	0	369,575E-06
Nickel (Ni); Em. Atmosph. /kg	0	402,261E-06	257,519E-09	402,518E-06
PAK; Em. Atmosph. /kg	0	409,621E-09	0	409,621E-09
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	4,412E-03	6,051E-03	10,463E-03
Pentan (C5H12); Em. Atmosph. /kg	0	12,431E-03	0	12,431E-03
Phenole; Em. Atmosph. /kg	0	11,921E-09	0	11,921E-09
Phosphor (P); Em. Atmosph. /kg	0	7,587E-06	0	7,587E-06
Propan (C3H8); Em. Atmosph. /kg	0	9,74E-03	0	9,74E-03
Propen (C3H6); Em. Atmosph. /kg	0	466,405E-06	0	466,405E-06
Propionaldehyd; Em. Atmosph. /kg	0	4,901E-09	0	4,901E-09
Propionsäure (CH3-CH2-COOH); Em. Atmosph. /kg	0	153,961E-09	0	153,961E-09
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	26,344E-09	1,039E-06	0	1,065E-06
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	987,45E+06	0	0	987,45E+06
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	286,487	0	677,927	964,413
Scandium (Sc); Em. Atmosph. /kg	0	9,917E-09	0	9,917E-09
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	705,297E-03	614,207E-03	3,368	4,688
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	8,291E-03	10,602E-03	18,893E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Atmosph. /kg	0	15,859E-06	0	15,859E-06
Selen (Se); Em. Atmosph. /kg	0	5,694E-06	0	5,694E-06
Silizium (Si); Em. Atmosph. /kg	0	169,734E-06	0	169,734E-06
Staub; Em. Atmosph. /kg	94,957E-03	120,266E-03	168,49E-03	383,714E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	4,283E+03	0	5,544E+03	9,827E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	771,433E-03	467,348E-03	815,809E-03	2,055
Strontium (Sr); Em. Atmosph. /kg	0	1,043E-06	0	1,043E-06
Tetrafluormethan (CF4), Kühlmittel FC 14; Em. Atmosph. /kg	0	1,709E-06	0	1,709E-06
Thallium (Tl); Em. Atmosph. /kg	0	2,565E-09	0	2,565E-09
Thorium (Th); Em. Atmosph. /kg	0	54,538E-09	0	54,538E-09
Titan (Ti); Em. Atmosph. /kg	0	2,818E-06	0	2,818E-06
Toluol (C7H8); Em. Atmosph. /kg	0	1,441E-03	0	1,441E-03
Uran (U); Em. Atmosph. /kg	0	24,03E-09	0	24,03E-09
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	75,628E-06	1,638E-03	0	1,713E-03
Vinylchlorid VC (Monomer); Em. Atmosph. /kg	0	152,548E-09	0	152,548E-09
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	724,829	0	454,775	1,18E+03
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	4,015E+03	0	0	4,015E+03
Xylol; Em. Atmosph. /kg	0	956,909E-06	0	956,909E-06
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	33,317E-06	148,789E-06	182,106E-06
Zinn (Sn); Em. Atmosph. /kg	0	20,781E-09	0	20,781E-09
Zirkonium (Zr); Em. Atmosph. /kg	0	14,096E-09	0	14,096E-09

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	26,416E-06	0	26,416E-06
Aktinide; Em. Wasser /Bq	41,343E+03	0	0	41,343E+03
Alkane; Em. Wasser /kg	0	954,964E-06	0	954,964E-06
Alkene; Em. Wasser /kg	0	86,682E-06	0	86,682E-06
Aluminium (Al); Em. Wasser /kg	0	2,494E-03	0	2,494E-03
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	14,829E-03	0	14,829E-03
Antimon (Sb); Em. Wasser /kg	0	74,155E-09	0	74,155E-09
Arsen (As); Em. Wasser /kg	0	10,292E-06	0	10,292E-06
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	608,558E-06	0	608,558E-06
Barit; Em. Wasser /kg	0	135,666E-03	0	135,666E-03
Barium (Ba); Em. Wasser /kg	0	18,612E-03	0	18,612E-03
Benzol (C6H6); Em. Wasser /kg	0	955,868E-06	0	955,868E-06
Blei (Pb); Em. Wasser /kg	0	33,639E-06	0	33,639E-06
Bor (B); Em. Wasser /kg	0	215,007E-06	0	215,007E-06
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	19,081E-03	0	19,081E-03
Cadmium (Cd); Em. Wasser /kg	0	7,679E-06	0	7,679E-06
Calzium (Ca); Em. Wasser /kg	0	252,424E-03	0	252,424E-03
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	87,678E-03	3,905	0	3,992
Chrom VI (Cr); Em. Wasser /kg	0	4,054E-09	0	4,054E-09
Chrom-III (Cr); Em. Wasser /kg	0	88,379E-06	0	88,379E-06
Cyanid (CN-); Em. Wasser /kg	0	29,86E-06	0	29,86E-06

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

Cäsium (Cs); Em. Wasser /kg	0	7,345E-06	0	7,345E-06
DOC, gelöster organischer Kohlenstoff; Em. Wasser /kg	0	3,065E-06	0	3,065E-06
Dichlorethen (Cl2C2H2); Em. Wasser /kg	0	133,901E-09	0	133,901E-09
Dichlormethan (Cl2CH2); Em. Wasser /kg	0	6,441E-06	0	6,441E-06
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	3,755E-03	0	3,755E-03
Ethylbenzol (C6H5-C2H5); Em. Wasser /kg	0	176,4E-06	0	176,4E-06
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	418,909E-03	0	418,909E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	1,018E-03	0	1,018E-03
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	352,93E-06	136,288E-03	0	136,641E-03
Fettsäuren als C, unspez.; Em. Wasser /kg	0	37,28E-03	0	37,28E-03
Fluorid (F-); Em. Wasser /kg	0	130,927E-06	0	130,927E-06
Glutaraldehyd; Em. Wasser /kg	0	16,727E-06	0	16,727E-06
Hypochlorige Säure (HClO); Em. Wasser /kg	0	14,001E-06	0	14,001E-06
Hypochlorition (ClO-); Em. Wasser /kg	0	14,001E-06	0	14,001E-06
Iod (I); Em. Wasser /kg	0	734,554E-06	0	734,554E-06
Kalium (K); Em. Wasser /kg	0	35,64E-03	0	35,64E-03
Kobalt (Co); Em. Wasser /kg	0	4,873E-06	0	4,873E-06
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	1,353E-06	0	1,353E-06
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	25,209E-06	4,424E-03	0	4,449E-03
Kupfer (Cu); Em. Wasser /kg	0	25,214E-06	0	25,214E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	1,248	0	0	1,248
Magnesium (Mg); Em. Wasser /kg	0	12,626E-03	0	12,626E-03
Mangan (Mn); Em. Wasser /kg	0	454,932E-06	0	454,932E-06
Molybdän (Mo); Em. Wasser /kg	0	12,601E-06	0	12,601E-06
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	2,377	0	2,377
Nickel (Ni); Em. Wasser /kg	0	33,305E-06	0	33,305E-06
Nitrat (NO3-); Em. Wasser /kg	0	4,39E-03	0	4,39E-03
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	2,038E+03	0	0	2,038E+03
PAK; Em. Wasser /kg	0	95,504E-06	0	95,504E-06
Phenole; Em. Wasser /kg	0	969,683E-06	0	969,683E-06
Phosphat (PO4 3-); Em. Wasser /kg	0	200,127E-06	0	200,127E-06
Phosphor (P); Em. Wasser /kg	0	131,361E-09	0	131,361E-09
Quecksilber (Hg); Em. Wasser /kg	0	56,135E-09	0	56,135E-09
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	385,702E+03	0	0	385,702E+03
Rubidium (Rb); Em. Wasser /kg	0	73,449E-06	0	73,449E-06
Salze; Em. Wasser /kg	0	4,569E-03	0	4,569E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Wasser /kg	0	704,83E-09	0	704,83E-09
Selen (Se); Em. Wasser /kg	0	17,619E-06	0	17,619E-06
Silber (Ag); Em. Wasser /kg	0	4,407E-06	0	4,407E-06
Silizium (Si); Em. Wasser /kg	0	3,235E-06	0	3,235E-06
Stickstoff (N), org. gebunden; Em. Wasser /kg	0	2,441E-03	0	2,441E-03
Stickstoffverbindungen als N; Em. Wasser /kg	0	14,414E-03	0	14,414E-03
Strontium (Sr); Em. Wasser /kg	0	44,475E-03	0	44,475E-03
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	1,348	127,248E-03	0	1,475
Sulfid (SO3); Em. Wasser /kg	0	211,786E-06	0	211,786E-06
Sulfite; Em. Wasser /kg	0	682,23E-09	0	682,23E-09
Säuren, unspez.; Em. Wasser /kg	0	3,517E-06	0	3,517E-06
TOC; Em. Wasser /kg	0	62,064E-03	0	62,064E-03
Titan (Ti); Em. Wasser /kg	0	146,043E-06	0	146,043E-06
Toluol (C7H8); Em. Wasser /kg	0	867,476E-06	0	867,476E-06
Tributylzinn; Em. Wasser /kg	0	9,817E-06	0	9,817E-06
Trichlorethylen; Em. Wasser /kg	0	23,024E-09	0	23,024E-09
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	672,862E+03	0	0	672,862E+03
Vanadium (V) Em. Wasser /kg	0	18,114E-06	0	18,114E-06
Wolfram (W); Em. Wasser /kg	0	16,809E-09	0	16,809E-09
Xylol; Em. Wasser /kg	0	691,04E-06	0	691,04E-06
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	25,209E-06	85,79E-06	0	110,999E-06
Zinn (Sn); Em. Wasser /kg	0	20,905E-09	0	20,905E-09

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

Rohbraunkohle /kg	0	-2,573	0	-2,573
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-187,997	0	0	-187,997
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-408,646	0	0	-408,646
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-124,743	0	0	-124,743
Roherdölgas; Rohstoff, fossil /kg	0	-5,568	0	-5,568
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-24,913	0	0	-24,913
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-452,926E-03	0	-452,926E-03
Rohsteinkohle /kg	-157,332	-2,173	0	-159,505
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-6,974	0	0	-6,974
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-8,862	-149,665	-3,213	-161,74

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Barit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-696,485E-03	0	-696,485E-03
Bauxit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-5,123E-03	0	-5,123E-03
Bentonit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-51,881E-03	0	-51,881E-03
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-698,152E-03	0	-698,152E-03
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-978,308E-03	0	-978,308E-03
Kupfer (Cu); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,948E-03	0	-1,948E-03
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-5,793E-03	0	-5,793E-03
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-20,016E-03	-100,237E-06	0	-20,116E-03

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohstammholz; Rohstoff, regenerativ /kg	0	-30,614E-03	0	-30,614E-03

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-111,943E+03	0	0	-111,943E+03
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-822,834E-03	0	-822,834E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	6,818E+03	0	0	6,818E+03

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall K6 (LAGA-Nr. 55326); Abfall TV /kg	0	0	-286,133	-286,133
Abfall K6, Aktivkohle, beladen RM K6; Abfall TV /kg	0	0	-18,579	-18,579
Abfall a. d. Herstellung synth. Isoparaffine, unspez.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-4,097	0	0	-4,097
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-17,352E-03	0	0	-17,352E-03
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-1,21E-03	0	0	-1,21E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Isoparaffine,synthetische (Reiniger K); RM /kg	-123,902	0	0	-123,902
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Raffinerieschlamm/ Bilgenöl, Sonderabfall; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung synth. Isoparaffine; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-2,73	0	-2,73
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-17,394	0	0	-17,394
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-81,318E-03	0	0	-81,318E-03
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-19,997	0	0	-19,997
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-168,783	0	0	-168,783
Wasserkraft /MJ	-356,616	0	0	-356,616

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall K6 (LAGA-Nr. 55326); Abfall TV /kg	286,133	0	0	286,133
Abfall K6, Aktivkohle, beladen RM K6; Abfall TV /kg	18,579	0	0	18,579
Abfall a. d. Herstellung synth. Isoparaffine, unspez.; AzB /kg	0	1,63	0	1,63
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	185,562E-03	0	0	185,562E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	286,831E-03	0	0	286,831E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	3,882E-03	0	0	3,882E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	857,116E-06	0	0	857,116E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	529,395E-06	0	0	529,395E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	35,848E-03	0	0	35,848E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	806,697E-06	0	0	806,697E-06
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	103,358E-09	16,993E-09	0	120,351E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	10,8E-06	183,772E-09	0	10,983E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	18,785E-06	100,828E-09	0	18,886E-06
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	2,369E-03	0	0	2,369E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	3,018E+03	0	0	3,018E+03
Isoparaffine,synthetische (Reiniger K); RM /kg	0	123,902	0	123,902
Kühlwasser, erwärmt /m³	107,927	0	0	107,927
Raffinerieschlamm/ Bilgenöl, Sonderabfall; AzB /kg	0	60,836E-03	0	60,836E-03
Sondermüll a. d. Herstellung synth. Isoparaffine; AzB /kg	0	60,439E-06	0	60,439E-06
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	19,997	0	0	19,997
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	42,051	0	0	42,051
REA-Gips; SeRo /kg	39,846E-03	0	0	39,846E-03

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	13,458E+03	13,458E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aktivkohle; Minork. /kg	-12,386	0	0	-12,386
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-676,436E-06	0	0	-676,436E-06
Argon (Ar); Minork. /kg	-14,635E-03	0	0	-14,635E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-105,035E-03	0	0	-105,035E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-925,649E-09	0	0	-925,649E-09
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-18,15E-03	0	0	-18,15E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-406,137E-06	0	0	-406,137E-06
Harze; Minork. /kg	-1,765E-03	0	0	-1,765E-03
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-1,59E-03	0	0	-1,59E-03
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-25,493E-03	0	0	-25,493E-03
Mineralien, unspezifiziert; Minork. /kg	0	-790,991E-06	0	-790,991E-06
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-15,825E-03	0	0	-15,825E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-14,621E-03	0	0	-14,621E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-911,804E-06	0	0	-911,804E-06
Polyacrylamid; Minork. /kg	-1,513E-03	0	0	-1,513E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-7,058E-03	0	0	-7,058E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-15,881E-03	0	0	-15,881E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-1,765E-03	0	0	-1,765E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-42,364E-03	0	0	-42,364E-03
TMT 15; Minork. /m³	-2,314E-09	0	0	-2,314E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-7,072E-03	0	0	-7,072E-03

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aktivkohle; Minork. /kg	0	0	0	0
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
Mineralien, unspezifiziert; Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-4,438E+03	0	0	-4,438E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	4,438E+03	0	0	4,438E+03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage K6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	4,097	0	0	4,097
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	314,949	0	314,949
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	129,572	0	0	129,572
Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	9,177E+03	0	0	9,177E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	4,124E+03	0	0	4,124E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-3,018E+03	0	0	-3,018E+03
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	292,753E-03	0	0	292,753E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-5,738E+03	0	-7,305E+03	-13,043E+03

Tab. 15 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage W2, Reinigungsaufgabe W2, anlagen-spez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	14,811	0	5,308E-03	14,816
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	253,294	0	90,769E-03	253,384
Aldehyde (R-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	281,08E-06	0	281,08E-06
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	1,87E-03	9,031E-03	6,853E-03	17,754E-03
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	20,123E-06	0	7,211E-09	20,131E-06
Benzo(a)pyren; Em. Atmosph. /kg	0	234,854E-12	0	234,854E-12
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	4,154E-06	2,751E-03	2,755E-03
Blei (Pb); Em. Atmosph. /kg	0	129,522E-09	0	129,522E-09
Cadmium (Cd); Em. Atmosph. /kg	0	2,32E-09	0	2,32E-09
Chlor (Cl2); Em. Atmosph. /kg	0	16,908E-06	0	16,908E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	17,274E-03	3,921E-03	6,19E-06	21,202E-03
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	1,204E-12	27,46E-12	28,664E-12
Distickstoffmonoxid (N2O), Lachgas; Em. Atmosph. /kg	0	1,765E-03	0	1,765E-03
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	18,37E+06	0	6,583E+03	18,377E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	58,807	0	21,074E-03	58,829
Fluor (F2); Em. Atmosph. /kg	0	16,584E-06	0	16,584E-06
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	2,176E-03	55,658E-06	779,764E-09	2,232E-03
Formaldehyd (HCHO); Em. Atmosph. /kg	0	6,515E-06	0	6,515E-06
H 1301 Halon; Em. Atmosph. /kg	0	23,197E-09	0	23,197E-09
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	983,357	41,41	158,963	1,184E+03
Kohlendioxid (CO2) aus regener. Quellen; Em. Atmosph. /kg	0	758,016E-03	0	758,016E-03
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	260,379E-03	60,951E-03	710,066E-03	1,031
Mangan (Mn); Em. Atmosph. /kg	0	2,32E-09	0	2,32E-09
Mercaptane, Em. Atmosph. /kg	0	124,037E-06	0	124,037E-06
Metalle; Em. Atmosph. /kg	0	62,836E-06	0	62,836E-06
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	2,111	50,526E-03	22,923E-03	2,184
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	70,899E-03	13,254E-03	48,38E-03	132,533E-03
Nickel (Ni); Em. Atmosph. /kg	0	231,967E-09	0	231,967E-09
PAK; Em. Atmosph. /kg	0	4,639E-09	0	4,639E-09
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	3,746E-03	2,593E-03	6,339E-03
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	21,029E-09	441,93E-09	7,536E-12	462,967E-09
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	788,236E+06	0	282,467E+03	788,519E+06
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	228,689	0	111,427	340,117
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	563,006E-03	259,929E-03	549,246E-03	1,372
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	7,022E-03	4,543E-03	11,564E-03
Staub; Em. Atmosph. /kg	75,8E-03	88,619E-03	27,487E-03	191,906E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	3,419E+03	0	912,233	4,331E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	615,8E-03	304,469E-03	170,924E-03	1,091
VOC, flüchtige organ. Verbindungen; Em. Atmosph. /kg	0	227,268E-03	0	227,268E-03
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	60,37E-06	0	21,634E-09	60,392E-06
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	2,077E+03	2,424	75,06	2,154E+03
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	3,205E+03	0	1,149	3,206E+03
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	2,32E-06	0	2,32E-06

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	23,197E-09	0	23,197E-09
Aktinide; Em. Wasser /Bq	33,002E+03	0	11,827	33,014E+03
Aluminium (Al); Em. Wasser /kg	0	16,238E-06	0	16,238E-06
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	7,272E-06	0	7,272E-06
Arsen (As); Em. Wasser /kg	0	23,197E-09	0	23,197E-09

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	14,773E-03	0	14,773E-03
Barium (Ba); Em. Wasser /kg	0	11,597E-06	0	11,597E-06
Blei (Pb); Em. Wasser /kg	0	118,206E-09	0	118,206E-09
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	24,657E-03	0	24,657E-03
Cadmium (Cd); Em. Wasser /kg	0	4,639E-09	0	4,639E-09
Chemikalien unspez.; Em. Wasser /kg	0	325,184E-06	0	325,184E-06
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	69,989E-03	627,234E-03	25,081E-06	697,249E-03
Chrom (Cr); Em. Wasser /kg	0	13,479E-06	0	13,479E-06
Cyanid (CN-); Em. Wasser /kg	0	23,197E-09	0	23,197E-09
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	3,547E-03	0	3,547E-03
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	27,118E-03	0	27,118E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	51,576E-03	0	51,576E-03
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	281,728E-06	115,978E-06	100,958E-09	397,807E-06
Fluorid (F-); Em. Wasser /kg	0	16,768E-06	0	16,768E-06
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	113,036E-06	0	113,036E-06
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	20,123E-06	0	7,211E-09	20,131E-06
Kohlenwasserstoffe, halogeniert; Em. Wasser /kg	0	4,639E-09	0	4,639E-09
Kupfer (Cu); Em. Wasser /kg	0	92,788E-09	0	92,788E-09
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	996,077E-03	0	356,948E-06	996,434E-03
Metalle; Em. Wasser /kg	0	1,502E-03	0	1,502E-03
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	92,437E-03	0	92,437E-03
Nickel (Ni); Em. Wasser /kg	0	150,509E-09	0	150,509E-09
Nitrat (NO3-); Em. Wasser /kg	0	2,32E-06	0	2,32E-06
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	1,627E+03	0	583,125E-03	1,628E+03
PAK; Em. Wasser /kg	0	46,394E-09	0	46,394E-09
Phenole; Em. Wasser /kg	0	19,624E-06	0	19,624E-06
Phosphat (PO4 3-); Em. Wasser /kg	0	1,185E-06	0	1,185E-06
Quecksilber (Hg); Em. Wasser /kg	0	61,564E-09	0	61,564E-09
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	307,888E+03	0	110,333	307,999E+03
Stickstoffverbindungen als N; Em. Wasser /kg	0	3,595E-03	0	3,595E-03
Stoffe, anorganisch; Em. Wasser /kg	0	1,717E-03	0	1,717E-03
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	1,076	80,813E-03	385,66E-06	1,157
Sulfid (SO3); Em. Wasser /kg	0	16,389E-03	0	16,389E-03
Säure (H+); Em. Wasser /kg	0	5,575E-03	0	5,575E-03
Säuren, unspez.; Em. Wasser /kg	0	3,898E-03	0	3,898E-03
TOC; Em. Wasser /kg	0	37,105E-06	0	37,105E-06
Toluol (C7H8); Em. Wasser /kg	0	463,944E-09	0	463,944E-09
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	537,115E+03	0	192,477	537,308E+03
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	20,123E-06	2,784E-06	7,211E-09	22,914E-06

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Atrazin; Em. Boden /kg	0	263,987E-09	0	263,987E-09
Nitrat (NO3-); Em. Boden /kg	0	80,392E-03	0	80,392E-03
Phosphor total; Em. Boden /kg	0	73,624E-06	0	73,624E-06

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-573,309E-03	0	-573,309E-03
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-150,069	0	-53,778E-03	-150,123
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-326,204	0	-116,896E-03	-326,321
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-99,576	0	-35,684E-03	-99,612
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-19,887	0	-7,127E-03	-19,894
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-8,047	0	-8,047
Rohsteinkohle /kg	-125,591	-5,323	-45,006E-03	-130,96
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-5,567	0	-1,995E-03	-5,569
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-7,074	-5,507	-1,379	-13,961

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-9,499E-03	0	-9,499E-03
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-289,834E-03	0	-289,834E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-12,446	0	-12,446
Rohkalium; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-571,416E-03	0	-571,416E-03
Rohphosphat; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-662,239E-03	0	-662,239E-03
Rohstoff Sand; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-10,837	0	-10,837
Schwefel (S); Rohstoff; mineralisch /kg	0	-304,287E-03	0	-304,287E-03
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-15,978E-03	-291,828E-06	-5,726E-06	-16,276E-03

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohstammholz; Rohstoff, regenerativ /kg	0	-92,785E-06	0	-92,785E-06
Rohstoff Biomasse /kg	0	-5,114	0	-5,114

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-89,359E+03	-17,944	-32,022	-89,409E+03
Trinkwasser; H2O-Entnahme /kg	0	-68,181	0	-68,181
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-136,394E-03	0	-136,394E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	3,959E+03	0	0	3,959E+03
Abwärme über Abwasser; Abwärme Wasser /MJ	508,528	0	0	508,528
Abwärme übers Dach; Abwärme Dach /MJ	980,733	0	0	980,733

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall W2 (Öl-Wasser Emulsion, LAGA-Nr. 54408); Abfall TV /kg	0	0	-78,65	-78,65
Abfall a. d. Herstellung Komplexbildner W2, hausmüll.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Komplexbildner W2, unspez.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W2, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W2, unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abwasser W2 z.betriebl. Abwasserbehandl.-Anlage; Abwasser TV /kg	0	0	0	0
Abwasser W2, Spaltung v. Emulsion (LAGA-Nr. 54408); Ro-habwB /m³	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzV /kg	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-3,27	0	-1,172E-03	-3,271
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-13,851E-03	0	-4,964E-06	-13,856E-03
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-965,924E-06	0	-346,143E-09	-966,27E-06
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Komplexbildner W2; RM /kg	-2,139	0	0	-2,139
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Reiniger W2; RM /kg	-108,178	0	0	-108,178
Schmutzaustrag auf Spänen; Verunreinigung MNB /kg	0	0	0	0

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

Sondermüll a. d. Herstellung Komplexbildner W2; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung Reiniger W2; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-4,525	0	-4,525
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-13,885	0	-4,976E-03	-13,89
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-64,913E-03	0	-23,262E-06	-64,936E-03
Trinkwasser; Vorpr./Prod. /kg	-3,989E+03	0	0	-3,989E+03
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-267,169	0	0	-267,169
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-70,119	0	0	-70,119
Wasserkraft /MJ	-284,671	0	-102,013E-03	-284,773

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall W2 (Öl-Wasser Emulsion, LAGA-Nr. 54408); Abfall TV /kg	78,65	0	0	78,65
Abfall a. d. Herstellung Komplexbildner W2, hausmüll.; AzB /kg	0	392,486E-06	0	392,486E-06
Abfall a. d. Herstellung Komplexbildner W2, unspez.; AzB /kg	0	4,668E-03	0	4,668E-03
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W2, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	20,255E-03	0	20,255E-03
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W2, unspezifiziert; AzB /kg	0	317,755E-03	0	317,755E-03
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	148,126E-03	0	53,082E-06	148,179E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	228,964E-03	0	82,05E-06	229,046E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	3,099E-03	0	1,111E-06	3,1E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	684,196E-06	0	245,184E-09	684,442E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	422,592E-06	0	151,437E-09	422,743E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	28,616E-03	0	10,254E-06	28,626E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	643,95E-06	0	230,762E-09	644,18E-06
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	82,506E-09	49,5E-09	29,566E-12	132,036E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	8,621E-06	535,338E-09	3,089E-09	9,159E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	14,995E-06	293,696E-09	5,374E-09	15,294E-06
Abwasser W2 z.betriebl. Abwasserbehandl.-Anlage; Abwasser TV /kg	2,586E+03	0	0	2,586E+03
Abwasser W2, Spaltung v. Emulsion (LAGA-Nr. 54408); RohabwB /m³	0	0	26,741E-03	26,741E-03
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	238,708E-03	0	238,708E-03
Aschen und Schlacken; AzV /kg	0	17,493E-03	0	17,493E-03
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	1,891E-03	0	677,553E-09	1,891E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	2,409E+03	0	863,23E-03	2,41E+03
Komplexbildner W2; RM /kg	0	2,139	0	2,139
Kühlwasser, erwärmt /m³	86,154	0	30,873E-03	86,184
Reiniger W2; RM /kg	0	108,178	0	108,178
Schmutzaustrag auf Spänen; Verunreinigung MNB /kg	1,231	0	0	1,231
Sondermüll a. d. Herstellung Komplexbildner W2; AzB /kg	0	7,867E-06	0	7,867E-06
Sondermüll a. d. Herstellung Reiniger W2; AzB /kg	0	445,695E-06	0	445,695E-06
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Trinkwasser; Vorpr./Prod. /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	267,169	0	0	267,169
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
Mist; SeRo /kg	0	-7,962	0	-7,962
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0
Restfruchtwasser, als Dünger; SeRo /kg	0	0	0	0
Schwefel (S), SeRo /kg	0	-1,529E-03	0	-1,529E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	33,567	0	12,029E-03	33,579
Mist; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	31,808E-03	16,348E-03	11,398E-06	48,167E-03
Restfruchtwasser, als Dünger; SeRo /kg	0	4,215	0	4,215
Schwefel (S), SeRo /kg	0	0	0	0

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	2,08E+03	2,08E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-539,968E-06	0	-193,499E-09	-540,161E-06
Argon (Ar); Minork. /kg	-11,682E-03	0	-4,186E-06	-11,687E-03
Atrazin; Minork. /kg	0	-328,641E-06	0	-328,641E-06
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-83,845E-03	0	-30,046E-06	-83,875E-03
Dünger (N, P, K); Minork. /kg	0	-28,624E-03	0	-28,624E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-738,903E-09	0	-264,789E-12	-739,168E-09
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-14,488E-03	0	-5,192E-06	-14,494E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-324,2E-06	0	-116,178E-09	-324,317E-06
Harze; Minork. /kg	-1,409E-03	0	-504,775E-09	-1,409E-03
Hilfsstoffe für Herstellung Reiniger W2, Minork. /kg	0	-2,164	0	-2,164
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-1,269E-03	0	-454,698E-09	-1,269E-03
Ionenaustauschharz; Minork. /kg	0	-649,34E-06	0	-649,34E-06
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-20,35E-03	0	-7,292E-06	-20,357E-03
Magnesium (Mg); Minork. /kg	0	-4,716E-03	0	-4,716E-03
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-12,633E-03	0	-4,527E-06	-12,637E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-11,671E-03	0	-4,182E-06	-11,675E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-727,851E-06	0	-260,828E-09	-728,112E-06
Peroxitan; Minork. /kg	0	-29,055E-03	0	-29,055E-03
Pestizide; Minork. /kg	0	-6,401E-03	0	-6,401E-03
Polyacrylamid; Minork. /kg	-1,207E-03	0	-432,664E-09	-1,208E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-5,634E-03	0	-2,019E-06	-5,636E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-12,677E-03	0	-4,543E-06	-12,682E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-1,409E-03	0	-504,775E-09	-1,409E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-33,817E-03	0	-12,119E-06	-33,83E-03
TMT 15; Minork. /m³	-1,847E-09	0	-661,972E-15	-1,848E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-5,646E-03	-35,342E-03	-2,023E-06	-40,989E-03

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Atrazin; Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Dünger (N, P, K); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W2, Reinigungsaufgabe W2, anlagenspez.

Hilfsstoffe für Herstellung Reiniger W2, Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Ionenaustauschharz; Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
Magnesium (Mg); Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Peroxitan; Minork. /kg	0	0	0	0
Pestizide; Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-3,543E+03	0	-1,27	-3,544E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	3,543E+03	0	1,27	3,544E+03
Abwasser (erwärmtes Kühlwasser); MNB /kg	0	17,655	0	17,655
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	3,27	0	1,172E-03	3,271
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	119,045	0	119,045
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	103,431	0	37,065E-03	103,468
Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	7,326E+03	0	2,625	7,329E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	3,292E+03	0	1,18	3,293E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-2,409E+03	0	-863,23E-03	-2,41E+03
Reinigeraustrag W2, Austrag über Teile u. Späne; MNB /kg	3,536	0	0	3,536
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	1,236	0	0	1,236
Verbrennungsluft; MNB /kg	-4,58E+03	0	-1,202E+03	-5,782E+03

Tab. 16 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage W2, Reinigungsaufgabe W2, betriebs-spez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	20,301	0	6,502E-03	20,307
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	347,177	0	111,19E-03	347,289
Aldehyde (R-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	302,771E-06	0	302,771E-06
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	2,563E-03	9,379E-03	6,868E-03	18,81E-03
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	27,582E-06	0	8,834E-09	27,591E-06
Benzo(a)pyren; Em. Atmosph. /kg	0	243,875E-12	0	243,875E-12
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	4,403E-06	2,757E-03	2,762E-03
Blei (Pb); Em. Atmosph. /kg	0	139,517E-09	0	139,517E-09
Cadmium (Cd); Em. Atmosph. /kg	0	2,499E-09	0	2,499E-09
Chlor (Cl2); Em. Atmosph. /kg	0	18,213E-06	0	18,213E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	23,677E-03	4,217E-03	7,583E-06	27,902E-03
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	1,251E-12	27,522E-12	28,773E-12
Distickstoffmonoxid (N2O), Lachgas; Em. Atmosph. /kg	0	1,846E-03	0	1,846E-03
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	25,18E+06	0	8,064E+03	25,188E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	80,605	0	25,815E-03	80,63
Fluor (F2); Em. Atmosph. /kg	0	17,864E-06	0	17,864E-06
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	2,982E-03	59,696E-06	955,195E-09	3,043E-03
Formaldehyd (HCHO); Em. Atmosph. /kg	0	6,765E-06	0	6,765E-06
H 1301 Halon; Em. Atmosph. /kg	0	24,987E-09	0	24,987E-09
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	1,348E+03	44,46	159,962	1,552E+03
Kohlendioxid (CO2) aus regener. Quellen; Em. Atmosph. /kg	0	816,514E-03	0	816,514E-03
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	356,889E-03	65,545E-03	714,873E-03	1,137
Mangan (Mn); Em. Atmosph. /kg	0	2,499E-09	0	2,499E-09
Mercaptane, Em. Atmosph. /kg	0	133,609E-06	0	133,609E-06
Metalle; Em. Atmosph. /kg	0	67,624E-06	0	67,624E-06
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	2,893	54,185E-03	23,91E-03	2,971
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	97,177E-03	14,254E-03	49,46E-03	160,891E-03
Nickel (Ni); Em. Atmosph. /kg	0	249,868E-09	0	249,868E-09
PAK; Em. Atmosph. /kg	0	4,997E-09	0	4,997E-09
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	4,035E-03	2,946E-03	6,981E-03
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	28,823E-09	476,035E-09	9,231E-12	504,867E-09
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	1,08E+09	0	346,017E+03	1,081E+09
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	313,453	0	111,697	425,15
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	771,686E-03	279,5E-03	550,53E-03	1,602
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	7,564E-03	5,162E-03	12,726E-03
Staub; Em. Atmosph. /kg	103,896E-03	95,193E-03	27,555E-03	226,644E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	4,686E+03	0	914,564	5,601E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	844,047E-03	327,377E-03	179,532E-03	1,351
VOC, flüchtige organ. Verbindungen; Em. Atmosph. /kg	0	244,593E-03	0	244,593E-03
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	82,747E-06	0	26,501E-09	82,773E-06
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	3,235E+03	2,422	75,276	3,312E+03
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	4,393E+03	0	1,407	4,395E+03
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	2,499E-06	0	2,499E-06

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	24,987E-09	0	24,987E-09
Aktinide; Em. Wasser /Bq	45,235E+03	0	14,487	45,249E+03
Aluminium (Al); Em. Wasser /kg	0	17,491E-06	0	17,491E-06
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	7,833E-06	0	7,833E-06
Arsen (As); Em. Wasser /kg	0	24,987E-09	0	24,987E-09

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	15,875E-03	0	15,875E-03
Barium (Ba); Em. Wasser /kg	0	12,492E-06	0	12,492E-06
Blei (Pb); Em. Wasser /kg	0	127,329E-09	0	127,329E-09
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	26,368E-03	0	26,368E-03
Cadmium (Cd); Em. Wasser /kg	0	4,997E-09	0	4,997E-09
Chemikalien unspez.; Em. Wasser /kg	0	350,279E-06	0	350,279E-06
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	95,931E-03	674,752E-03	30,724E-06	770,714E-03
Chrom (Cr); Em. Wasser /kg	0	14,519E-06	0	14,519E-06
Cyanid (CN-); Em. Wasser /kg	0	24,987E-09	0	24,987E-09
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	3,821E-03	0	3,821E-03
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	29,121E-03	0	29,121E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	55,286E-03	0	55,286E-03
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	386,151E-06	124,928E-06	123,672E-09	511,203E-06
Fluorid (F-); Em. Wasser /kg	0	18,062E-06	0	18,062E-06
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	121,759E-06	0	121,759E-06
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	27,582E-06	0	8,834E-09	27,591E-06
Kohlenwasserstoffe, halogeniert; Em. Wasser /kg	0	4,997E-09	0	4,997E-09
Kupfer (Cu); Em. Wasser /kg	0	99,948E-09	0	99,948E-09
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	1,365	0	437,254E-06	1,366
Metalle; Em. Wasser /kg	0	1,616E-03	0	1,616E-03
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	99,445E-03	0	99,445E-03
Nickel (Ni); Em. Wasser /kg	0	162,124E-09	0	162,124E-09
Nitrat (NO3-); Em. Wasser /kg	0	2,499E-06	0	2,499E-06
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	2,23E+03	0	714,317E-03	2,231E+03
PAK; Em. Wasser /kg	0	49,975E-09	0	49,975E-09
Phenole; Em. Wasser /kg	0	21,138E-06	0	21,138E-06
Phosphat (PO4 3-); Em. Wasser /kg	0	1,276E-06	0	1,276E-06
Quecksilber (Hg); Em. Wasser /kg	0	66,315E-09	0	66,315E-09
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	422,008E+03	0	135,156	422,143E+03
Stickstoffverbindungen als N; Em. Wasser /kg	0	3,873E-03	0	3,873E-03
Stoffe, anorganisch; Em. Wasser /kg	0	1,849E-03	0	1,849E-03
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	1,475	86,93E-03	472,426E-06	1,562
Sulfid (SO3); Em. Wasser /kg	0	17,654E-03	0	17,654E-03
Säure (H+); Em. Wasser /kg	0	5,997E-03	0	5,997E-03
Säuren, unspez.; Em. Wasser /kg	0	4,199E-03	0	4,199E-03
TOC; Em. Wasser /kg	0	39,969E-06	0	39,969E-06
Toluol (C7H8); Em. Wasser /kg	0	499,748E-09	0	499,748E-09
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	736,198E+03	0	235,781	736,434E+03
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	27,582E-06	2,998E-06	8,834E-09	30,589E-06

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Atrazin; Em. Boden /kg	0	274,127E-09	0	274,127E-09
Nitrat (NO3-); Em. Boden /kg	0	83,48E-03	0	83,48E-03
Phosphor total; Em. Boden /kg	0	76,451E-06	0	76,451E-06

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-611,158E-03	0	-611,158E-03
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-205,693	0	-65,877E-03	-205,759
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-447,112	0	-143,196E-03	-447,255
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-136,485	0	-43,712E-03	-136,528
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-27,258	0	-8,73E-03	-27,267
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-8,616	0	-8,616
Rohsteinkohle /kg	-172,142	-5,725	-55,132E-03	-177,922
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-7,63	0	-2,444E-03	-7,633
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-9,696	-5,923	-1,568	-17,187

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-10,218E-03	0	-10,218E-03
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-309,5E-03	0	-309,5E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-13,389	0	-13,389
Rohkalium; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-593,364E-03	0	-593,364E-03
Rohphosphat; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-687,676E-03	0	-687,676E-03
Rohstoff Sand; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-11,673	0	-11,673
Schwefel (S); Rohstoff; mineralisch /kg	0	-326,049E-03	0	-326,049E-03
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-21,9E-03	-313,863E-06	-7,014E-06	-22,221E-03

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohstammholz; Rohstoff, regenerativ /kg	0	-99,945E-06	0	-99,945E-06
Rohstoff Biomasse /kg	0	-5,502	0	-5,502

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-122,48E+03	-19,328	-39,226	-122,538E+03
Trinkwasser; H2O-Entnahme /kg	0	-73,443	0	-73,443
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-146,274E-03	0	-146,274E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	5,357E+03	0	0	5,357E+03
Abwärme über Abwasser; Abwärme Wasser /MJ	503,099	0	0	503,099
Abwärme übers Dach; Abwärme Dach /MJ	1,598E+03	0	0	1,598E+03

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall W2 (Öl-Wasser Emulsion, LAGA-Nr. 54408); Abfall TV /kg	0	0	-96,345	-96,345
Abfall a. d. Herstellung Komplexbildner W2, hausmüll.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Komplexbildner W2, unspez.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W2, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W2, unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abwasser W2 z.betriebl. Abwasserbehandl.-Anlage; Abwasser TV /kg	0	0	0	0
Abwasser W2, Spaltung v. Emulsion (LAGA-Nr. 54408); Ro-habwB /m³	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzV /kg	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-4,482	0	-1,436E-03	-4,484
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-18,985E-03	0	-6,08E-06	-18,991E-03
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-1,324E-03	0	-424,018E-09	-1,324E-03
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Komplexbildner W2; RM /kg	-2,137	0	0	-2,137
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Reiniger W2; RM /kg	-116,527	0	0	-116,527
Schmutzaustrag auf Spänen; Verunreinigung MNB /kg	0	0	0	0

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

Sondermüll a. d. Herstellung Komplexbildner W2; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung Reiniger W2; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-4,862	0	-4,862
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-19,031	0	-6,095E-03	-19,037
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-88,973E-03	0	-28,495E-06	-89,001E-03
Trinkwasser; Vorpr./Prod. /kg	-5,459E+03	0	0	-5,459E+03
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-267,169	0	0	-267,169
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-70,122	0	0	-70,122
Wasserkraft /MJ	-390,184	0	-124,964E-03	-390,309

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall W2 (Öl-Wasser Emulsion, LAGA-Nr. 54408); Abfall TV /kg	96,345	0	0	96,345
Abfall a. d. Herstellung Komplexbildner W2, hausmüll.; AzB /kg	0	392,174E-06	0	392,174E-06
Abfall a. d. Herstellung Komplexbildner W2, unspez.; AzB /kg	0	4,665E-03	0	4,665E-03
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W2, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	21,818E-03	0	21,818E-03
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W2, unspezifiziert; AzB /kg	0	342,276E-03	0	342,276E-03
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	203,029E-03	0	65,024E-06	203,094E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	313,831E-03	0	100,51E-06	313,931E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	4,248E-03	0	1,36E-06	4,249E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	937,796E-06	0	300,346E-09	938,096E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	579,227E-06	0	185,508E-09	579,412E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	39,222E-03	0	12,562E-06	39,234E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	882,631E-06	0	282,678E-09	882,914E-06
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	113,087E-09	53,238E-09	36,218E-12	166,361E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	11,816E-06	575,759E-09	3,784E-09	12,396E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	20,553E-06	315,872E-09	6,582E-09	20,875E-06
Abwasser W2 z.betriebl. Abwasserbehandl.-Anlage; Abwasser TV /kg	3,104E+03	0	0	3,104E+03
Abwasser W2, Spaltung v. Emulsion (LAGA-Nr. 54408); Ro-habwB /m³	0	0	44,319E-03	44,319E-03
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	256,787E-03	0	256,787E-03
Aschen und Schlacken; AzV /kg	0	18,841E-03	0	18,841E-03
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	2,592E-03	0	829,988E-09	2,592E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	3,302E+03	0	1,057	3,303E+03
Komplexbildner W2; RM /kg	0	2,137	0	2,137
Kühlwasser, erwärmt /m³	118,087	0	37,819E-03	118,124
Reiniger W2; RM /kg	0	116,527	0	116,527
Schmutzaustrag auf Spänen; Verunreinigung MNB /kg	1,233	0	0	1,233
Sondermüll a. d. Herstellung Komplexbildner W2; AzB /kg	0	7,861E-06	0	7,861E-06
Sondermüll a. d. Herstellung Reiniger W2; AzB /kg	0	480,09E-06	0	480,09E-06
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Trinkwasser; Vorpr./Prod. /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	267,169	0	0	267,169
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
Mist; SeRo /kg	0	-8,267	0	-8,267
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0
Restfruchtwasser, als Dünger; SeRo /kg	0	0	0	0
Schwefel (S), SeRo /kg	0	-1,587E-03	0	-1,587E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	46,009	0	14,735E-03	46,024
Mist; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	43,597E-03	17,609E-03	13,963E-06	61,221E-03
Restfruchtwasser, als Dünger; SeRo /kg	0	4,377	0	4,377
Schwefel (S), SeRo /kg	0	0	0	0

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	2,085E+03	2,085E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-740,108E-06	0	-237,033E-09	-740,345E-06
Argon (Ar); Minork. /kg	-16,013E-03	0	-5,128E-06	-16,018E-03
Atrazin; Minork. /kg	0	-341,264E-06	0	-341,264E-06
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-114,922E-03	0	-36,806E-06	-114,959E-03
Dünger (N, P, K); Minork. /kg	0	-30,833E-03	0	-30,833E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-1,013E-06	0	-324,361E-12	-1,013E-06
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-19,859E-03	0	-6,36E-06	-19,865E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-444,366E-06	0	-142,316E-09	-444,508E-06
Harze; Minork. /kg	-1,931E-03	0	-618,339E-09	-1,931E-03
Hilfsstoffe für Herstellung Reiniger W2, Minork. /kg	0	-2,331	0	-2,331
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-1,739E-03	0	-556,996E-09	-1,74E-03
Ionenaustauschharz; Minork. /kg	0	-699,451E-06	0	-699,451E-06
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-27,893E-03	0	-8,933E-06	-27,901E-03
Magnesium (Mg); Minork. /kg	0	-4,897E-03	0	-4,897E-03
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-17,315E-03	0	-5,545E-06	-17,321E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-15,997E-03	0	-5,123E-06	-16,002E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-997,631E-06	0	-319,509E-09	-997,951E-06
Peroxitan; Minork. /kg	0	-30,171E-03	0	-30,171E-03
Pestizide; Minork. /kg	0	-6,646E-03	0	-6,646E-03
Polyacrylamid; Minork. /kg	-1,655E-03	0	-530,005E-09	-1,655E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-7,723E-03	0	-2,473E-06	-7,725E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-17,376E-03	0	-5,565E-06	-17,382E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-1,931E-03	0	-618,339E-09	-1,931E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-46,352E-03	0	-14,845E-06	-46,367E-03
TMT 15; Minork. /m³	-2,532E-09	0	-810,902E-15	-2,533E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-7,738E-03	-38,069E-03	-2,478E-06	-45,81E-03

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Atrazin; Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Dünger (N, P, K); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez.

Hilfsstoffe für Herstellung Reiniger W2, Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Ionenaustauschharz; Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
Magnesium (Mg); Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Peroxitan; Minork. /kg	0	0	0	0
Pestizide; Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-4,856E+03	0	-1,555	-4,858E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	4,856E+03	0	1,555	4,858E+03
Abwasser (erwärmtes Kühlwasser); MNB /kg	0	19,016	0	19,016
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	4,482	0	1,435E-03	4,484
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	127,696	0	127,696
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	141,768	0	45,404E-03	141,814
Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	10,041E+03	0	3,216	10,045E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	4,513E+03	0	1,445	4,514E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-3,302E+03	0	-1,057	-3,303E+03
Reinigeraustrag W2, Austrag über Teile u. Späne; MNB /kg	3,535	0	0	3,535
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	1,233	0	0	1,233
Verbrennungsluft; MNB /kg	-6,278E+03	0	-1,205E+03	-7,483E+03

Tab. 17 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage W3, Reinigungsaufgabe W3, anlagen-spez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	22,204	0	17,635E-03	22,222
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	379,738	0	301,599E-03	380,04
Aldehyde (R-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	953,61E-06	0	953,61E-06
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	2,803E-03	78,098E-06	10,468E-03	13,349E-03
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	30,169E-06	0	23,961E-09	30,193E-06
Benzo(a)pyren; Em. Atmosph. /kg	0	3,222E-12	0	3,222E-12
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	32,51E-09	4,185E-03	4,185E-03
Blei (Pb); Em. Atmosph. /kg	0	398,49E-09	0	398,49E-09
Chlor (Cl2); Em. Atmosph. /kg	0	32,661E-06	0	32,661E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	25,898E-03	1,191E-03	20,569E-06	27,109E-03
Chrom (Cr); Em. Atmosph. /kg	0	0	1,777E-06	1,777E-06
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	4,237E-15	42,039E-12	42,043E-12
Distickstoffmonoxid (N2O), Lachgas; Em. Atmosph. /kg	0	302,757E-06	0	302,757E-06
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	27,541E+06	0	21,874E+03	27,563E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	88,164	0	70,023E-03	88,234
Fluor (F2); Em. Atmosph. /kg	0	32,661E-06	0	32,661E-06
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	3,262E-03	59,11E-06	2,591E-06	3,324E-03
Formaldehyd (HCHO); Em. Atmosph. /kg	0	102,864E-09	0	102,864E-09
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	1,474E+03	42,648	252,82	1,77E+03
Kohlendioxid (CO2) aus regener. Quellen; Em. Atmosph. /kg	0	3,883	0	3,883
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	390,36E-03	49,462E-03	1,115	1,555
Kupfer (Cu); Em. Atmosph. /kg	0	0	3,465E-06	3,465E-06
Mercaptane, Em. Atmosph. /kg	0	642,383E-06	0	642,383E-06
Metalle; Em. Atmosph. /kg	0	36,483E-06	0	36,483E-06
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	3,165	133,542E-03	43,147E-03	3,341
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	106,291E-03	8,988E-03	82,567E-03	197,846E-03
Nickel (Ni); Em. Atmosph. /kg	0	0	666,401E-09	666,401E-09
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	2,428E-03	7,003E-03	9,431E-03
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	31,527E-09	0	25,039E-12	31,552E-09
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	1,182E+09	0	938,561E+03	1,183E+09
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	342,851	0	167,257	510,108
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	844,06E-03	141,511E-03	841,466E-03	1,827
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	4,551E-03	12,269E-03	16,821E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Atmosph. /kg	0	7,089E-06	0	7,089E-06
Staub; Em. Atmosph. /kg	113,64E-03	121,561E-03	42,129E-03	277,33E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	5,126E+03	0	1,369E+03	6,495E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	923,208E-03	272,019E-03	333,425E-03	1,529
VOC, flüchtige organ. Verbindungen; Em. Atmosph. /kg	0	415,927E-03	0	415,927E-03
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	90,507E-06	0	71,884E-09	90,579E-06
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	1,212E+03	0	113,003	1,325E+03
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	4,805E+03	0	3,817	4,809E+03
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	0	1,599E-06	1,599E-06

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	7,208E-06	0	7,208E-06
Aktinide; Em. Wasser /Bq	49,477E+03	0	39,296	49,517E+03
Aluminium (Al); Em. Wasser /kg	0	12,131E-09	0	12,131E-09
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	3,624E-06	0	3,624E-06
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	66,684E-03	0	66,684E-03
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	81,519E-03	0	81,519E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

Calziumchlorid (CaCl2); Em. Wasser /kg	0	603,429E-03	0	603,429E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Em. Wasser /kg	0	39,455E-03	0	39,455E-03
Chemikalien unspez.; Em. Wasser /kg	0	1,361E-03	0	1,361E-03
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	104,928E-03	107,052E-03	83,337E-06	212,063E-03
Chrom (Cr); Em. Wasser /kg	0	127,693E-06	0	127,693E-06
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	17,865E-03	0	17,865E-03
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	15,72E-03	0	15,72E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	201,8E-03	0	201,8E-03
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	422,367E-06	252,335E-06	335,457E-09	675,038E-06
Fluorid (F-); Em. Wasser /kg	0	34,926E-06	0	34,926E-06
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	257,994E-06	0	257,994E-06
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	30,169E-06	0	23,961E-09	30,193E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	1,493	0	1,186E-03	1,495
Metalle; Em. Wasser /kg	0	375,505E-06	0	375,505E-06
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	11,072E-03	0	11,072E-03
Natriumchlorid (NaCl); Em. Wasser /kg	0	1,721	0	1,721
Nickel (Ni); Em. Wasser /kg	0	40,439E-09	0	40,439E-09
Nitrat (NO3-); Em. Wasser /kg	0	709,037E-09	0	709,037E-09
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	2,44E+03	0	1,938	2,441E+03
Phenole; Em. Wasser /kg	0	42,835E-06	0	42,835E-06
Phosphat (PO4 3-); Em. Wasser /kg	0	16,604E-06	0	16,604E-06
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	461,587E+03	0	366,606	461,954E+03
Schwefel (S); Em. Wasser /kg	0	3,545E-06	0	3,545E-06
Stickstoffverbindungen als N; Em. Wasser /kg	0	18,149E-03	0	18,149E-03
Stickstoffverbindungen, unspez.; Em. Wasser /kg	0	7,089E-06	0	7,089E-06
Stoffe, org., gelöst; Em. Wasser /kg	0	14,178E-06	0	14,178E-06
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	1,613	15,71E-03	1,281E-03	1,63
Sulfid (SO3); Em. Wasser /kg	0	287,107E-06	0	287,107E-06
Säure (H+); Em. Wasser /kg	0	511,864E-06	0	511,864E-06
Säuren, unspez.; Em. Wasser /kg	0	19,869E-03	0	19,869E-03
TOC; Em. Wasser /kg	0	56,081E-06	0	56,081E-06
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	805,244E+03	0	639,549	805,884E+03
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	30,169E-06	30,901E-06	23,961E-09	61,094E-06

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-302,676E-03	0	-302,676E-03
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-224,984	0	-178,689E-03	-225,163
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-489,045	0	-388,414E-03	-489,434
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-149,285	0	-118,567E-03	-149,404
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-29,815	0	-23,68E-03	-29,838
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-16,61	0	-16,61
Rohsteinkohle /kg	-188,287	-2,033	-149,543E-03	-190,47
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-8,346	0	-6,629E-03	-8,353
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-10,605	-9,97	-3,727	-24,302

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Bauxit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-212,704E-06	0	-212,704E-06
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,043E-03	0	-1,043E-03
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-774,727E-03	0	-774,727E-03
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-2,451	0	-2,451
Rohkalium; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-24,91E-03	0	-24,91E-03
Rohphosphat; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-3,612E-03	0	-3,612E-03
Rohstoff Sand; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-362,449E-06	0	-362,449E-06
Schwefel (S); Rohstoff; mineralisch /kg	0	-241,979E-06	0	-241,979E-06
Ton; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-14,178E-06	0	-14,178E-06
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-23,954E-03	-95,081E-06	-19,025E-06	-24,068E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohstoff Biomasse /kg	0	-25,227	0	-25,227

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-133,967E+03	0	-106,4	-134,073E+03
Trinkwasser; H2O-Entnahme /kg	0	-51,559	0	-51,559
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-60,933E-03	0	-60,933E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	6,405E+03	0	0	6,405E+03
Abwärme übers Dach; Abwärme Dach /MJ	1,811E+03	0	0	1,811E+03

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall W3 (Aktivkohle, öl- und wasserhaltig); Abfall TV /kg	0	0	0	0
Abfall W3 (LAGA-Nr. 54113); Abfall TV /kg	0	0	-2,454	-2,454
Abfall W3 (Öl-Wasser-Emulsion, LAGA-Nr. 54402); Abfall TV /kg	0	0	-261,334	-261,334
Abfall W3 Adsorberharz Kartuschen, beladen RM W3; Abfall TV /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W3, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W3, unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abwasser W3, Spaltung v. Emulsion (LAGA-Nr. 54402); RohabwB /m³	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzV /kg	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-4,903	0	-3,894E-03	-4,907
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-20,765E-03	0	-16,492E-06	-20,782E-03
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-1,448E-03	0	-1,15E-06	-1,449E-03
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Reiniger W3; RM /kg	-70,118	0	0	-70,118
Sondermüll a. d. Herstellung Reiniger W3; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-2,097	0	-2,097
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-20,816	0	-16,533E-03	-20,833
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-97,317E-03	0	-77,292E-06	-97,395E-03
Trinkwasser; Vorpr./Prod. /kg	-450,218	0	0	-450,218
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-736,151E-03	0	0	-736,151E-03
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-92,019	0	0	-92,019
Wasserkraft /MJ	-426,779	0	-338,96E-03	-427,118

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall W3 (Aktivkohle, öl- und wasserhaltig); Abfall TV /kg	2,392	0	0	2,392
Abfall W3 (LAGA-Nr. 54113); Abfall TV /kg	2,454	0	0	2,454
Abfall W3 (Öl-Wasser-Emulsion, LAGA-Nr. 54402); Abfall TV /kg	261,334	0	0	261,334
Abfall W3 Adsorberharz Kartuschen, beladen RM W3; Abfall TV /kg	16,011	0	0	16,011
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W3, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	2,435E-03	0	2,435E-03
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W3, unspezifiziert; AzB /kg	0	2,068	0	2,068
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	222,071E-03	0	176,375E-06	222,247E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	343,264E-03	0	272,63E-06	343,536E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	4,646E-03	0	3,69E-06	4,65E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	1,026E-03	0	814,68E-09	1,027E-03
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	633,551E-06	0	503,185E-09	634,054E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	42,9E-03	0	34,073E-06	42,935E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	965,411E-06	0	766,758E-09	966,177E-06
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	123,693E-09	16,12E-09	98,241E-12	139,912E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	12,924E-06	174,342E-09	10,265E-09	13,109E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	22,481E-06	95,649E-09	17,855E-09	22,594E-06
Abwasser W3, Spaltung v. Emulsion (LAGA-Nr. 54402); Ro-habwB /m³	0	0	172,48E-03	172,48E-03
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	36,574E-03	0	36,574E-03
Aschen und Schlacken; AzV /kg	0	12,248E-03	0	12,248E-03
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	2,835E-03	0	2,251E-06	2,837E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	3,611E+03	0	2,868	3,614E+03
Kühlwasser, erwärmt /m³	129,162	0	102,584E-03	129,264
Reiniger W3; RM /kg	0	70,118	0	70,118
Sondermüll a. d. Herstellung Reiniger W3; AzB /kg	0	79,448E-03	0	79,448E-03
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Trinkwasser; Vorpr./Prod. /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	736,151E-03	0	0	736,151E-03
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	50,324	0	39,969E-03	50,364
REA-Gips; SeRo /kg	47,686E-03	8,32E-03	37,874E-06	56,044E-03

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	3,446E+03	3,446E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Adsorberharz in Kartuschen (Netto-Gewicht); Minork. /kg	-16,011	0	0	-16,011
Aktivkohle; Minork. /kg	-736,151E-03	0	0	-736,151E-03
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-809,521E-06	0	-642,946E-09	-810,164E-06
Argon (Ar); Minork. /kg	-17,514E-03	0	-13,91E-06	-17,528E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-125,701E-03	0	-99,835E-06	-125,8E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-1,108E-06	0	-879,82E-12	-1,109E-06
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-21,721E-03	0	-17,252E-06	-21,738E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-486,042E-06	0	-386,029E-09	-486,428E-06
Harze; Minork. /kg	-2,112E-03	0	-1,677E-06	-2,113E-03
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-1,902E-03	0	-1,511E-06	-1,904E-03
Ionenaustauschharz; Minork. /kg	0	-491,032E-06	0	-491,032E-06
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-30,509E-03	0	-24,231E-06	-30,533E-03
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-18,939E-03	0	-15,042E-06	-18,954E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-17,498E-03	0	-13,897E-06	-17,511E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-1,091E-03	0	-866,661E-09	-1,092E-03
Polyacrylamid; Minork. /kg	-1,81E-03	0	-1,438E-06	-1,812E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-8,447E-03	0	-6,709E-06	-8,454E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-19,006E-03	0	-15,095E-06	-19,021E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-2,112E-03	0	-1,677E-06	-2,113E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-50,699E-03	0	-40,267E-06	-50,739E-03
TMT 15; Minork. /m³	-2,769E-09	0	-2,2E-12	-2,772E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-8,464E-03	0	-6,722E-06	-8,471E-03

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Adsorberharz in Kartuschen (Netto-Gewicht); Minork. /kg	0	0	0	0
Aktivkohle; Minork. /kg	0	0	0	0
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Ionenaustauschharz; Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-5,312E+03	0	-4,219	-5,316E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	5,312E+03	0	4,219	5,316E+03
Abwasser (erwärmtes Kühlwasser); MNB /kg	0	16,819	0	16,819
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	4,902	0	3,894E-03	4,906
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	38,411	0	38,411
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	155,064	0	123,157E-03	155,187

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, Reinigungsaufgabe W3, anlagenspez.

Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	10,983E+03	0	8,723	10,992E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	4,936E+03	0	3,92	4,94E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-3,611E+03	0	-2,868	-3,614E+03
Monoethanolamin (Einleitung Abwasserbehandlungsanlage); MNB /kg	0	3,554E-03	0	3,554E-03
Reinigeraustrag W3, über Teile nach Trocknung; MNB /kg	2,515	0	0	2,515
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	306,73E-03	0	0	306,73E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-6,867E+03	0	-1,805E+03	-8,672E+03

Tab. 18 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage W3, Reinigungsaufgabe W3, betriebs-spez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	24,426	0	19,33E-03	24,445
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	417,734	0	330,572E-03	418,064
Aldehyde (R-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	1,067E-03	0	1,067E-03
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	3,083E-03	87,407E-06	10,173E-03	13,344E-03
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	33,188E-06	0	26,263E-09	33,214E-06
Benzo(a)pyren; Em. Atmosph. /kg	0	3,606E-12	0	3,606E-12
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	36,385E-09	4,067E-03	4,067E-03
Blei (Pb); Em. Atmosph. /kg	0	445,988E-09	0	445,988E-09
Chlor (Cl2); Em. Atmosph. /kg	0	36,554E-06	0	36,554E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	28,489E-03	1,332E-03	22,545E-06	29,844E-03
Chrom (Cr); Em. Atmosph. /kg	0	0	1,719E-06	1,719E-06
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	4,742E-15	40,85E-12	40,855E-12
Distickstoffmonoxid (N2O), Lachgas; Em. Atmosph. /kg	0	338,844E-06	0	338,844E-06
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	30,297E+06	0	23,975E+03	30,321E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	96,986	0	76,749E-03	97,063
Fluor (F2); Em. Atmosph. /kg	0	36,554E-06	0	36,554E-06
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	3,589E-03	66,155E-06	2,84E-06	3,658E-03
Formaldehyd (HCHO); Em. Atmosph. /kg	0	115,124E-09	0	115,124E-09
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	1,622E+03	47,732	246,918	1,916E+03
Kohlendioxid (CO2) aus regener. Quellen; Em. Atmosph. /kg	0	4,346	0	4,346
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	429,419E-03	55,357E-03	1,09	1,575
Kupfer (Cu); Em. Atmosph. /kg	0	0	3,351E-06	3,351E-06
Mercaptane, Em. Atmosph. /kg	0	718,951E-06	0	718,951E-06
Metalle; Em. Atmosph. /kg	0	40,831E-06	0	40,831E-06
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	3,481	149,459E-03	43,663E-03	3,674
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	116,927E-03	10,059E-03	82,036E-03	209,021E-03
Nickel (Ni); Em. Atmosph. /kg	0	0	644,485E-09	644,485E-09
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	2,717E-03	7,451E-03	10,169E-03
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	34,681E-09	0	27,445E-12	34,709E-09
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	1,3E+09	0	1,029E+06	1,301E+09
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	377,156	0	162,563	539,719
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	928,515E-03	158,378E-03	817,756E-03	1,905
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	5,094E-03	13,055E-03	18,149E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Atmosph. /kg	0	7,934E-06	0	7,934E-06
Staub; Em. Atmosph. /kg	125,01E-03	136,051E-03	40,949E-03	302,01E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	5,638E+03	0	1,331E+03	6,969E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	1,016	304,442E-03	339,277E-03	1,659
VOC, flüchtige organ. Verbindungen; Em. Atmosph. /kg	0	465,504E-03	0	465,504E-03
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	99,563E-06	0	78,789E-09	99,642E-06
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	1,298E+03	0	109,916	1,408E+03
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	5,286E+03	0	4,183	5,29E+03
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	0	1,547E-06	1,547E-06

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	8,067E-06	0	8,067E-06
Aktinide; Em. Wasser /Bq	54,428E+03	0	43,071	54,471E+03
Aluminium (Al); Em. Wasser /kg	0	13,577E-09	0	13,577E-09
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	4,055E-06	0	4,055E-06
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	74,633E-03	0	74,633E-03
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	91,236E-03	0	91,236E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

Calziumchlorid (CaCl2); Em. Wasser /kg	0	675,354E-03	0	675,354E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Em. Wasser /kg	0	44,158E-03	0	44,158E-03
Chemikalien unspez.; Em. Wasser /kg	0	1,524E-03	0	1,524E-03
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	115,427E-03	119,812E-03	91,343E-06	235,33E-03
Chrom (Cr); Em. Wasser /kg	0	142,913E-06	0	142,913E-06
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	19,995E-03	0	19,995E-03
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	17,594E-03	0	17,594E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	225,853E-03	0	225,853E-03
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	464,628E-06	282,412E-06	367,681E-09	747,408E-06
Fluorid (F-); Em. Wasser /kg	0	39,089E-06	0	39,089E-06
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	288,745E-06	0	288,745E-06
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	33,188E-06	0	26,263E-09	33,214E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	1,643	0	1,3E-03	1,644
Metalle; Em. Wasser /kg	0	420,263E-06	0	420,263E-06
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	12,392E-03	0	12,392E-03
Natriumchlorid (NaCl); Em. Wasser /kg	0	1,926	0	1,926
Nickel (Ni); Em. Wasser /kg	0	45,259E-09	0	45,259E-09
Nitrat (NO3-); Em. Wasser /kg	0	793,551E-09	0	793,551E-09
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	2,684E+03	0	2,124	2,686E+03
Phenole; Em. Wasser /kg	0	47,941E-06	0	47,941E-06
Phosphat (PO4 3-); Em. Wasser /kg	0	18,583E-06	0	18,583E-06
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	507,772E+03	0	401,823	508,174E+03
Schwefel (S); Em. Wasser /kg	0	3,968E-06	0	3,968E-06
Stickstoffverbindungen als N; Em. Wasser /kg	0	20,312E-03	0	20,312E-03
Stickstoffverbindungen, unspez.; Em. Wasser /kg	0	7,934E-06	0	7,934E-06
Stoffe, org., gelöst; Em. Wasser /kg	0	15,868E-06	0	15,868E-06
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	1,775	17,582E-03	1,405E-03	1,794
Sulfid (SO3); Em. Wasser /kg	0	321,328E-06	0	321,328E-06
Säure (H+); Em. Wasser /kg	0	572,876E-06	0	572,876E-06
Säuren, unspez.; Em. Wasser /kg	0	22,238E-03	0	22,238E-03
TOC; Em. Wasser /kg	0	62,765E-06	0	62,765E-06
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	885,815E+03	0	700,985	886,516E+03
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	33,188E-06	34,584E-06	26,263E-09	67,798E-06

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-338,754E-03	0	-338,754E-03
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-247,495	0	-195,854E-03	-247,691
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-537,978	0	-425,726E-03	-538,404
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-164,222	0	-129,957E-03	-164,352
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-32,798	0	-25,955E-03	-32,824
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-18,589	0	-18,589
Rohsteinkohle /kg	-207,126	-2,276	-163,908E-03	-209,566
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-9,181	0	-7,265E-03	-9,188
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-11,666	-11,159	-3,966	-26,791

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Bauxit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-238,057E-06	0	-238,057E-06
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,167E-03	0	-1,167E-03
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-867,07E-03	0	-867,07E-03
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-2,743	0	-2,743
Rohkalium; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-27,879E-03	0	-27,879E-03
Rohphosphat; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-4,042E-03	0	-4,042E-03
Rohstoff Sand; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-405,651E-06	0	-405,651E-06
Schwefel (S); Rohstoff; mineralisch /kg	0	-270,821E-06	0	-270,821E-06
Ton; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-15,868E-06	0	-15,868E-06
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-26,351E-03	-106,414E-06	-20,853E-06	-26,478E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohstoff Biomasse /kg	0	-28,233	0	-28,233

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-147,371E+03	0	-116,621	-147,488E+03
Trinkwasser; H2O-Entnahme /kg	0	-57,704	0	-57,704
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-68,196E-03	0	-68,196E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	7,243E+03	0	0	7,243E+03
Abwärme übers Dach; Abwärme Dach /MJ	1,824E+03	0	0	1,824E+03

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall W3 (Aktivkohle, öl- und wasserhaltig); Abfall TV /kg	0	0	0	0
Abfall W3 (LAGA-Nr. 54113); Abfall TV /kg	0	0	-2,854	-2,854
Abfall W3 (Öl-Wasser-Emulsion, LAGA-Nr. 54402); Abfall TV /kg	0	0	-286,438	-286,438
Abfall W3 Adsorberharz Kartuschen, beladen RM W3; Abfall TV /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W3, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W3, unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abwasser W3, Spaltung v. Emulsion (LAGA-Nr. 54402); Ro-habwB /m³	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzV /kg	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-5,393	0	-4,268E-03	-5,398
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-22,843E-03	0	-18,077E-06	-22,861E-03
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-1,593E-03	0	-1,261E-06	-1,594E-03
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Reiniger W3; RM /kg	-78,476	0	0	-78,476
Sondermüll a. d. Herstellung Reiniger W3; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-2,347	0	-2,347
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-22,899	0	-18,121E-03	-22,917
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-107,055E-03	0	-84,717E-06	-107,139E-03
Trinkwasser; Vorpr./Prod. /kg	-467,504	0	0	-467,504
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-713,419E-03	0	0	-713,419E-03
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-92,031	0	0	-92,031
Wasserkraft /MJ	-469,481	0	-371,522E-03	-469,853

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall W3 (Aktivkohle, öl- und wasserhaltig); Abfall TV /kg	2,568	0	0	2,568
Abfall W3 (LAGA-Nr. 54113); Abfall TV /kg	2,854	0	0	2,854
Abfall W3 (Öl-Wasser-Emulsion, LAGA-Nr. 54402); Abfall TV /kg	286,438	0	0	286,438
Abfall W3 Adsorberharz Kartuschen, beladen RM W3; Abfall TV /kg	16,551	0	0	16,551
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W3, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	2,726E-03	0	2,726E-03
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W3, unspezifiziert; AzB /kg	0	2,315	0	2,315
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	244,291E-03	0	193,318E-06	244,484E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	377,61E-03	0	298,82E-06	377,909E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	5,111E-03	0	4,044E-06	5,115E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	1,128E-03	0	892,94E-09	1,129E-03
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	696,942E-06	0	551,522E-09	697,494E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	47,193E-03	0	37,346E-06	47,23E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	1,062E-03	0	840,414E-09	1,063E-03
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	136,07E-09	18,042E-09	107,678E-12	154,219E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	14,218E-06	195,123E-09	11,251E-09	14,424E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	24,73E-06	107,049E-09	19,57E-09	24,857E-06
Abwasser W3, Spaltung v. Emulsion (LAGA-Nr. 54402); RohabwB /m³	0	0	200,507E-03	200,507E-03
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	40,934E-03	0	40,934E-03
Aschen und Schlacken; AzV /kg	0	13,708E-03	0	13,708E-03
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	3,118E-03	0	2,468E-06	3,121E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	3,973E+03	0	3,144	3,976E+03
Kühlwasser, erwärmt /m³	142,085	0	112,438E-03	142,198
Reiniger W3; RM /kg	0	78,476	0	78,476
Sondermüll a. d. Herstellung Reiniger W3; AzB /kg	0	88,918E-03	0	88,918E-03
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Trinkwasser; Vorpr./Prod. /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	713,419E-03	0	0	713,419E-03
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	55,359	0	43,808E-03	55,403
REA-Gips; SeRo /kg	52,457E-03	9,312E-03	41,512E-06	61,811E-03

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	3,348E+03	3,348E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Adsorberharz in Kartuschen (Netto-Gewicht); Minork. /kg	-16,551	0	0	-16,551
Aktivkohle; Minork. /kg	-713,419E-03	0	0	-713,419E-03
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-890,519E-06	0	-704,708E-09	-891,224E-06
Argon (Ar); Minork. /kg	-19,267E-03	0	-15,247E-06	-19,282E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-138,278E-03	0	-109,425E-06	-138,387E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-1,219E-06	0	-964,338E-12	-1,22E-06
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-23,894E-03	0	-18,909E-06	-23,913E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-534,674E-06	0	-423,112E-09	-535,097E-06
Harze; Minork. /kg	-2,323E-03	0	-1,838E-06	-2,325E-03
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-2,093E-03	0	-1,656E-06	-2,094E-03
Ionenaustauschharz; Minork. /kg	0	-549,561E-06	0	-549,561E-06
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-33,561E-03	0	-26,558E-06	-33,588E-03
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-20,834E-03	0	-16,487E-06	-20,85E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-19,248E-03	0	-15,232E-06	-19,263E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-1,2E-03	0	-949,914E-09	-1,201E-03
Polyacrylamid; Minork. /kg	-1,991E-03	0	-1,576E-06	-1,993E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-9,292E-03	0	-7,353E-06	-9,3E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-20,908E-03	0	-16,545E-06	-20,924E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-2,323E-03	0	-1,838E-06	-2,325E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-55,772E-03	0	-44,135E-06	-55,816E-03
TMT 15; Minork. /m³	-3,047E-09	0	-2,411E-12	-3,049E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-9,311E-03	0	-7,368E-06	-9,318E-03

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Adsorberharz in Kartuschen (Netto-Gewicht); Minork. /kg	0	0	0	0
Aktivkohle; Minork. /kg	0	0	0	0
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Ionenaustauschharz; Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-5,843E+03	0	-4,624	-5,848E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	5,843E+03	0	4,624	5,848E+03
Abwasser (erwärmtes Kühlwasser); MNB /kg	0	18,823	0	18,823
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	5,393	0	4,268E-03	5,397
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	42,989	0	42,989
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	170,58	0	134,987E-03	170,715

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, Reinigungsaufgabe W3, betriebsspez.

Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	12,082E+03	0	9,561	12,092E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	5,43E+03	0	4,297	5,434E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-3,973E+03	0	-3,144	-3,976E+03
Monoethanolamin (Einleitung Abwasserbehandlungsanlage); MNB /kg	0	3,977E-03	0	3,977E-03
Reinigeraustrag W3, über Teile nach Trocknung; MNB /kg	2,497	0	0	2,497
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	285,368E-03	0	0	285,368E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-7,554E+03	0	-1,754E+03	-9,308E+03

Tab. 19 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage W3, original

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, original

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichschargen a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	24,412	0	19,33E-03	24,432
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	417,495	0	330,572E-03	417,826
Aldehyde (R-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	1,067E-03	0	1,067E-03
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	3,082E-03	87,407E-06	10,173E-03	13,342E-03
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	33,169E-06	0	26,263E-09	33,195E-06
Benzo(a)pyren; Em. Atmosph. /kg	0	3,606E-12	0	3,606E-12
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	36,385E-09	4,067E-03	4,067E-03
Blei (Pb); Em. Atmosph. /kg	0	445,988E-09	0	445,988E-09
Chlor (Cl2); Em. Atmosph. /kg	0	36,554E-06	0	36,554E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	28,473E-03	1,332E-03	22,545E-06	29,828E-03
Chrom (Cr); Em. Atmosph. /kg	0	0	1,719E-06	1,719E-06
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	4,742E-15	40,85E-12	40,855E-12
Distickstoffmonoxid (N2O), Lachgas; Em. Atmosph. /kg	0	338,844E-06	0	338,844E-06
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	30,279E+06	0	23,975E+03	30,303E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	96,93	0	76,749E-03	97,007
Fluor (F2); Em. Atmosph. /kg	0	36,554E-06	0	36,554E-06
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	3,587E-03	66,155E-06	2,84E-06	3,656E-03
Formaldehyd (HCHO); Em. Atmosph. /kg	0	115,124E-09	0	115,124E-09
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	1,621E+03	47,732	246,918	1,915E+03
Kohlendioxid (CO2) aus regener. Quellen; Em. Atmosph. /kg	0	4,346	0	4,346
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	429,173E-03	55,357E-03	1,09	1,574
Kupfer (Cu); Em. Atmosph. /kg	0	0	3,351E-06	3,351E-06
Mercaptane, Em. Atmosph. /kg	0	718,951E-06	0	718,951E-06
Metalle; Em. Atmosph. /kg	0	40,831E-06	0	40,831E-06
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	3,479	149,459E-03	43,663E-03	3,672
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	116,86E-03	10,059E-03	82,036E-03	208,954E-03
Nickel (Ni); Em. Atmosph. /kg	0	0	644,485E-09	644,485E-09
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	2,717E-03	7,451E-03	10,169E-03
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	34,661E-09	0	27,445E-12	34,689E-09
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	1,299E+09	0	1,029E+06	1,3E+09
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	376,941	0	162,563	539,503
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	927,984E-03	158,378E-03	817,756E-03	1,904
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	5,094E-03	13,055E-03	18,149E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Atmosph. /kg	0	7,934E-06	0	7,934E-06
Staub; Em. Atmosph. /kg	124,939E-03	136,051E-03	40,949E-03	301,939E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	5,635E+03	0	1,331E+03	6,966E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	1,015	304,442E-03	339,277E-03	1,659
VOC, flüchtige organ. Verbindungen; Em. Atmosph. /kg	0	465,504E-03	0	465,504E-03
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	99,506E-06	0	78,789E-09	99,585E-06
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	1,298E+03	0	109,916	1,408E+03
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	5,283E+03	0	4,183	5,287E+03
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	0	1,547E-06	1,547E-06

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	8,067E-06	0	8,067E-06
Aktinide; Em. Wasser /Bq	54,397E+03	0	43,071	54,44E+03
Aluminium (Al); Em. Wasser /kg	0	13,577E-09	0	13,577E-09
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	4,055E-06	0	4,055E-06
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	74,633E-03	0	74,633E-03
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	91,236E-03	0	91,236E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, original

Calziumchlorid (CaCl2); Em. Wasser /kg	0	675,354E-03	0	675,354E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Em. Wasser /kg	0	44,158E-03	0	44,158E-03
Chemikalien unspez.; Em. Wasser /kg	0	1,524E-03	0	1,524E-03
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	115,361E-03	119,812E-03	91,343E-06	235,264E-03
Chrom (Cr); Em. Wasser /kg	0	142,913E-06	0	142,913E-06
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	19,995E-03	0	19,995E-03
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	17,594E-03	0	17,594E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	225,853E-03	0	225,853E-03
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	464,363E-06	282,412E-06	367,681E-09	747,142E-06
Fluorid (F-); Em. Wasser /kg	0	39,089E-06	0	39,089E-06
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	288,745E-06	0	288,745E-06
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	33,169E-06	0	26,263E-09	33,195E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	1,642	0	1,3E-03	1,643
Metalle; Em. Wasser /kg	0	420,263E-06	0	420,263E-06
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	12,392E-03	0	12,392E-03
Natriumchlorid (NaCl); Em. Wasser /kg	0	1,926	0	1,926
Nickel (Ni); Em. Wasser /kg	0	45,259E-09	0	45,259E-09
Nitrat (NO3-); Em. Wasser /kg	0	793,551E-09	0	793,551E-09
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	2,682E+03	0	2,124	2,684E+03
Phenole; Em. Wasser /kg	0	47,941E-06	0	47,941E-06
Phosphat (PO4 3-); Em. Wasser /kg	0	18,583E-06	0	18,583E-06
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	507,482E+03	0	401,823	507,884E+03
Schwefel (S); Em. Wasser /kg	0	3,968E-06	0	3,968E-06
Stickstoffverbindungen als N; Em. Wasser /kg	0	20,312E-03	0	20,312E-03
Stickstoffverbindungen, unspez.; Em. Wasser /kg	0	7,934E-06	0	7,934E-06
Stoffe, org., gelöst; Em. Wasser /kg	0	15,868E-06	0	15,868E-06
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	1,774	17,582E-03	1,405E-03	1,793
Sulfid (SO3); Em. Wasser /kg	0	321,328E-06	0	321,328E-06
Säure (H+); Em. Wasser /kg	0	572,876E-06	0	572,876E-06
Säuren, unspez.; Em. Wasser /kg	0	22,238E-03	0	22,238E-03
TOC; Em. Wasser /kg	0	62,765E-06	0	62,765E-06
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	885,309E+03	0	700,985	886,01E+03
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	33,169E-06	34,584E-06	26,263E-09	67,779E-06

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-338,754E-03	0	-338,754E-03
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-247,354	0	-195,854E-03	-247,55
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-537,671	0	-425,726E-03	-538,096
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-164,128	0	-129,957E-03	-164,258
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-32,779	0	-25,955E-03	-32,805
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-18,589	0	-18,589
Rohsteinkohle /kg	-207,008	-2,276	-163,908E-03	-209,448
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-9,176	0	-7,265E-03	-9,183
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-11,66	-11,159	-3,966	-26,784

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Bauxit; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-238,057E-06	0	-238,057E-06
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,167E-03	0	-1,167E-03
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-867,07E-03	0	-867,07E-03
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-2,743	0	-2,743
Rohkalium; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-27,879E-03	0	-27,879E-03
Rohphosphat; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-4,042E-03	0	-4,042E-03
Rohstoff Sand; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-405,651E-06	0	-405,651E-06
Schwefel (S); Rohstoff; mineralisch /kg	0	-270,821E-06	0	-270,821E-06
Ton; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-15,868E-06	0	-15,868E-06
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-26,336E-03	-106,414E-06	-20,853E-06	-26,463E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, original

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohstoff Biomasse /kg	0	-28,233	0	-28,233

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-147,287E+03	0	-116,621	-147,404E+03
Trinkwasser; H2O-Entnahme /kg	0	-57,704	0	-57,704
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-68,196E-03	0	-68,196E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	7,163E+03	0	0	7,163E+03
Abwärme übers Dach; Abwärme Dach /MJ	1,821E+03	0	0	1,821E+03

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall W3 (Aktivkohle, öl- und wasserhaltig); Abfall TV /kg	0	0	0	0
Abfall W3 (LAGA-Nr. 54113); Abfall TV /kg	0	0	-2,854	-2,854
Abfall W3 (Öl-Wasser-Emulsion, LAGA-Nr. 54402); Abfall TV /kg	0	0	-286,438	-286,438
Abfall W3 Adsorberharz Kartuschen, beladen RM W3; Abfall TV /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W3, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W3, unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abwasser W3, Spaltung v. Emulsion (LAGA-Nr. 54402); Ro-habwB /m³	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzV /kg	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-5,39	0	-4,268E-03	-5,395
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-22,83E-03	0	-18,077E-06	-22,848E-03
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-1,592E-03	0	-1,261E-06	-1,593E-03
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Reiniger W3; RM /kg	-78,476	0	0	-78,476
Sondermüll a. d. Herstellung Reiniger W3; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-2,347	0	-2,347
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-22,886	0	-18,121E-03	-22,904
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-106,993E-03	0	-84,717E-06	-107,078E-03
Trinkwasser; Vorpr./Prod. /kg	-467,504	0	0	-467,504
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-713,419E-03	0	0	-713,419E-03
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-92,031	0	0	-92,031
Wasserkraft /MJ	-469,213	0	-371,522E-03	-469,584

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, original

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall W3 (Aktivkohle, öl- und wasserhaltig); Abfall TV /kg	2,568	0	0	2,568
Abfall W3 (LAGA-Nr. 54113); Abfall TV /kg	2,854	0	0	2,854
Abfall W3 (Öl-Wasser-Emulsion, LAGA-Nr. 54402); Abfall TV /kg	286,438	0	0	286,438
Abfall W3 Adsorberharz Kartuschen, beladen RM W3; Abfall TV /kg	16,551	0	0	16,551
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W3, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	2,726E-03	0	2,726E-03
Abfall a. d. Herstellung Reiniger W3, unspezifiziert; AzB /kg	0	2,315	0	2,315
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	244,151E-03	0	193,318E-06	244,344E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	377,394E-03	0	298,82E-06	377,693E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	5,108E-03	0	4,044E-06	5,112E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	1,128E-03	0	892,94E-09	1,129E-03
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	696,544E-06	0	551,522E-09	697,095E-06
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	47,166E-03	0	37,346E-06	47,203E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	1,061E-03	0	840,414E-09	1,062E-03
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	135,992E-09	18,042E-09	107,678E-12	154,141E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	14,21E-06	195,123E-09	11,251E-09	14,416E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	24,716E-06	107,049E-09	19,57E-09	24,842E-06
Abwasser W3, Spaltung v. Emulsion (LAGA-Nr. 54402); Ro-habwB /m³	0	0	200,507E-03	200,507E-03
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	40,934E-03	0	40,934E-03
Aschen und Schlacken; AzV /kg	0	13,708E-03	0	13,708E-03
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	3,116E-03	0	2,468E-06	3,119E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	3,97E+03	0	3,144	3,974E+03
Kühlwasser, erwärmt /m³	142,004	0	112,438E-03	142,116
Reiniger W3; RM /kg	0	78,476	0	78,476
Sondermüll a. d. Herstellung Reiniger W3; AzB /kg	0	88,918E-03	0	88,918E-03
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Trinkwasser; Vorpr./Prod. /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	713,419E-03	0	0	713,419E-03
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	55,328	0	43,808E-03	55,372
REA-Gips; SeRo /kg	52,427E-03	9,312E-03	41,512E-06	61,781E-03

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, original

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	3,348E+03	3,348E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Adsorberharz in Kartuschen (Netto-Gewicht); Minork. /kg	-16,551	0	0	-16,551
Aktivkohle; Minork. /kg	-713,419E-03	0	0	-713,419E-03
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-890,011E-06	0	-704,708E-09	-890,715E-06
Argon (Ar); Minork. /kg	-19,256E-03	0	-15,247E-06	-19,271E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-138,199E-03	0	-109,425E-06	-138,308E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-1,218E-06	0	-964,338E-12	-1,219E-06
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-23,881E-03	0	-18,909E-06	-23,9E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-534,369E-06	0	-423,112E-09	-534,792E-06
Harze; Minork. /kg	-2,322E-03	0	-1,838E-06	-2,324E-03
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-2,091E-03	0	-1,656E-06	-2,093E-03
Ionenaustauschharz; Minork. /kg	0	-549,561E-06	0	-549,561E-06
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-33,542E-03	0	-26,558E-06	-33,569E-03
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-20,822E-03	0	-16,487E-06	-20,838E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-19,237E-03	0	-15,232E-06	-19,253E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-1,2E-03	0	-949,914E-09	-1,201E-03
Polyacrylamid; Minork. /kg	-1,99E-03	0	-1,576E-06	-1,992E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-9,287E-03	0	-7,353E-06	-9,294E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-20,896E-03	0	-16,545E-06	-20,912E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-2,322E-03	0	-1,838E-06	-2,324E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-55,74E-03	0	-44,135E-06	-55,784E-03
TMT 15; Minork. /m³	-3,045E-09	0	-2,411E-12	-3,047E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-9,305E-03	0	-7,368E-06	-9,313E-03

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Adsorberharz in Kartuschen (Netto-Gewicht); Minork. /kg	0	0	0	0
Aktivkohle; Minork. /kg	0	0	0	0
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Ionenaustauschharz; Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-5,84E+03	0	-4,624	-5,844E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	5,84E+03	0	4,624	5,844E+03
Abwasser (erwärmtes Kühlwasser); MNB /kg	0	18,823	0	18,823
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	5,39	0	4,268E-03	5,394
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	42,989	0	42,989
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	170,482	0	134,987E-03	170,617

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W3, original

Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	12,075E+03	0	9,561	12,085E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	5,427E+03	0	4,297	5,431E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-3,97E+03	0	-3,144	-3,974E+03
Monoethanolamin (Einleitung Abwasserbehandlungsanlage); MNB /kg	0	3,977E-03	0	3,977E-03
Reinigeraustrag W3, über Teile nach Trocknung; MNB /kg	2,497	0	0	2,497
Restverschmutzung; MNB /kg	1,784	0	0	1,784
Verbrennungsluft; MNB /kg	-7,55E+03	0	-1,754E+03	-9,304E+03

Tab. 20 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage W4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	88,871	0	761,08E-06	88,871
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	1,52E+03	0	13,016E-03	1,52E+03
Aldehyde (R-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	34,639E-06	0	34,639E-06
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	11,218E-03	882,265E-06	3,783E-03	15,884E-03
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	120,748E-06	0	1,034E-09	120,749E-06
Benzo(a)pyren; Em. Atmosph. /kg	0	36,198E-12	0	36,198E-12
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	219,021E-09	1,512E-03	1,513E-03
Blei (Pb); Em. Atmosph. /kg	0	9,519E-09	0	9,519E-09
Chlor (Cl2); Em. Atmosph. /kg	0	1,91E-06	0	1,91E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	103,653E-03	120,502E-06	887,675E-09	103,775E-03
Chrom (Cr); Em. Atmosph. /kg	0	0	55,608E-09	55,608E-09
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	633,396E-15	15,123E-12	15,757E-12
Distickstoffmonoxid (N2O), Lachgas; Em. Atmosph. /kg	0	142,123E-06	0	142,123E-06
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	110,23E+06	0	943,998	110,231E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	352,867	0	3,022E-03	352,87
Fluor (F2); Em. Atmosph. /kg	0	80,025E-06	0	80,025E-06
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	13,057E-03	6,562E-06	111,815E-09	13,063E-03
Formaldehyd (HCHO); Em. Atmosph. /kg	0	772,964E-09	0	772,964E-09
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	5,901E+03	7,503	85,108	5,993E+03
Kohlendioxid (CO2) aus regener. Quellen; Em. Atmosph. /kg	0	123,507E-03	0	123,507E-03
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	1,562	28,295E-03	385,345E-03	1,976
Kupfer (Cu); Em. Atmosph. /kg	0	0	5,116E-06	5,116E-06
Mercaptane, Em. Atmosph. /kg	0	16,783E-06	0	16,783E-06
Metalle; Em. Atmosph. /kg	0	1,996E-06	0	1,996E-06
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	12,666	11,808E-03	10,861E-03	12,689
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	425,419E-03	1,236E-03	24,807E-03	451,462E-03
Nickel (Ni); Em. Atmosph. /kg	0	0	51,159E-09	51,159E-09
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	119,33E-06	761,985E-06	881,315E-06
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	126,182E-09	0	1,081E-12	126,183E-09
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	4,73E+09	0	40,505E+03	4,73E+09
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	1,372E+03	0	61,143	1,433E+03
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	3,378	35,442E-03	302,625E-03	3,716
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	223,686E-06	1,335E-03	1,559E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Em. Atmosph. /kg	0	1,169E-03	0	1,169E-03
Staub; Em. Atmosph. /kg	454,829E-03	48,429E-03	15,127E-03	518,386E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	20,514E+03	0	500,159	21,015E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	3,695	25,809E-03	78,46E-03	3,799
VOC, flüchtige organ. Verbindungen; Em. Atmosph. /kg	0	20,149E-03	0	20,149E-03
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	362,245E-06	0	3,102E-09	362,248E-06
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	9,616E+03	6,992	40,943	9,664E+03
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	19,233E+03	0	164,707E-03	19,233E+03
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	0	37,813E-09	37,813E-09

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aktinide; Em. Wasser /Bq	198,027E+03	0	1,696	198,029E+03
Aluminium (Al); Em. Wasser /kg	0	2,954E-09	0	2,954E-09
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	523,978E-06	0	523,978E-06
BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	3,177E-03	0	3,177E-03
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	3,885E-03	0	3,885E-03
Cadmium (Cd); Em. Wasser /kg	0	7,811E-06	0	7,811E-06
Calziumsulfat (CaSO4); Em. Wasser /kg	0	5,468	0	5,468

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

Chemikalien unspez.; Em. Wasser /kg	0	62,097E-06	0	62,097E-06
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	419,962E-03	1,699	3,597E-06	2,119
Chrom (Cr); Em. Wasser /kg	0	3,504E-06	0	3,504E-06
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	803,973E-06	0	803,973E-06
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	125,084E-03	0	125,084E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	8,85E-03	0	8,85E-03
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	1,69E-03	15,306E-06	14,477E-09	1,706E-03
Fluorid (F-); Em. Wasser /kg	0	133,65E-03	0	133,65E-03
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	120,748E-06	0	1,034E-09	120,749E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	5,977	0	51,185E-06	5,977
Metalle; Em. Wasser /kg	0	36,76E-06	0	36,76E-06
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	537,444E-06	0	537,444E-06
Nickel (Ni); Em. Wasser /kg	0	10,204E-09	0	10,204E-09
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	9,764E+03	0	83,618E-03	9,764E+03
Phenole; Em. Wasser /kg	0	2,241E-06	0	2,241E-06
Phosphat (PO4 3-); Em. Wasser /kg	0	855,263E-09	0	855,263E-09
Phosphor (P); Em. Wasser /kg	0	17,058E-06	0	17,058E-06
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	1,847E+06	0	15,821	1,847E+06
Stickstoffverbindungen als N; Em. Wasser /kg	0	810,748E-06	0	810,748E-06
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	6,458	16,515E-03	55,302E-06	6,474
Sulfid (SO3); Em. Wasser /kg	0	10,935E-06	0	10,935E-06
Säure (H+); Em. Wasser /kg	0	11,621E-06	0	11,621E-06
Säuren, unspez.; Em. Wasser /kg	0	891,243E-06	0	891,243E-06
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	3,223E+06	0	27,601	3,223E+06
U3O8; Em. Wasser /kg	0	39,058E-06	0	39,058E-06
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	120,748E-06	98,604E-06	1,034E-09	219,353E-06

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-101,057E-03	0	-101,057E-03
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-900,473	0	-7,712E-03	-900,481
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-1,957E+03	0	-16,763E-03	-1,957E+03
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-597,497	0	-5,117E-03	-597,502
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-119,33	0	-1,022E-03	-119,331
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-1,645	0	-1,645
Rohsteinkohle /kg	-753,596	-463,42E-03	-6,454E-03	-754,066
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-33,404	0	-286,068E-06	-33,404
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-42,447	-1,175	-404,949E-03	-44,026

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-20,019E-06	0	-20,019E-06
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-2,634	0	-2,634
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-5,207	0	-5,207
Phosphaterz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-4,918	0	-4,918
Rohstoff Sand; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-142,214E-06	0	-142,214E-06
Schwefel (S); Rohstoff; mineralisch /kg	0	-329,88E-03	0	-329,88E-03
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-95,874E-03	-5,121E-06	-821,056E-09	-95,88E-03

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohstoff Biomasse /kg	0	-734,045E-03	0	-734,045E-03

2.5.2 Wasserentnahme

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-536,187E+03	-267,139	-4,592	-536,459E+03
Meerwasser (Prozeßwasser); H2O-Entnahme /kg	0	-80,367	0	-80,367
Prozeßwasser; H2O-Entnahme /m³	0	-16,619E-03	0	-16,619E-03
Trinkwasser; H2O-Entnahme /kg	0	-1,518	0	-1,518
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-120,164E-03	0	-120,164E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	15,628E+03	0	0	15,628E+03
Abwärme übers Dach; Abwärme Dach /MJ	17,078E+03	0	0	17,078E+03

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall W4 (LAGA-Nr. 54113); Abfall TV /kg	0	0	-22,243	-22,243
Abfall W4 (Öl-Wasser-Emulsion, LAGA-Nr. 54402); Abfall TV /kg	0	0	-11,278	-11,278
Abfall W4 Adsorberharz Kartuschen, beladen RM W4; Abfall TV /kg	0	0	0	0
Abfall W4 Aktivkohle in Kartuschen, beladen RM W4; Abfall TV /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Builder W4, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Builder W4, mineralisch; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Builder W4, unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Natriumchlorid, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Natriumchlorid, unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Tensid W4, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Tensid W4, unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abwasser W4 (aufgesalzenes Trinkwasser); Abwasser TV /kg	0	0	0	0
Abwasser W4, Spaltung v. Emulsion (LAGA-Nr. 54402); RohabwB /m³	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzV /kg	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-19,623	0	-168,049E-06	-19,623
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Builder W4; RM /kg	-3,446	0	0	-3,446
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-83,111E-03	0	-711,755E-09	-83,112E-03
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-5,796E-03	0	-49,636E-09	-5,796E-03
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Natriumchlorid (NaCl), Steinsalz; Vorpr./Prod /kg	-2,238	0	0	-2,238
Sondermüll a. d. Herstellung Builder W4; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung Natriumchlorid; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung Tensid W4; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-143,537E-03	0	-143,537E-03
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-83,314	0	-713,491E-06	-83,315
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-389,501E-03	0	-3,336E-06	-389,505E-03
Tensid W4; RM /kg	-671,321E-03	0	0	-671,321E-03
Trinkwasser; Vorpr./Prod. /kg	-9,249E+03	0	0	-9,249E+03
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-7,429	0	0	-7,429
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-23,496	0	0	-23,496

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

Wasserkraft /MJ	-1,708E+03	0	-14,628E-03	-1,708E+03

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall W4 (LAGA-Nr. 54113); Abfall TV /kg	22,243	0	0	22,243
Abfall W4 (Öl-Wasser-Emulsion, LAGA-Nr. 54402); Abfall TV /kg	11,278	0	0	11,278
Abfall W4 Adsorberharz Kartuschen, beladen RM W4; Abfall TV /kg	12,531	0	0	12,531
Abfall W4 Aktivkohle in Kartuschen, beladen RM W4; Abfall TV /kg	27,927	0	0	27,927
Abfall a. d. Herstellung Builder W4, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	39,574E-06	0	39,574E-06
Abfall a. d. Herstellung Builder W4, mineralisch; AzB /kg	0	1,058	0	1,058
Abfall a. d. Herstellung Builder W4, unspezifiziert; AzB /kg	0	30,088E-03	0	30,088E-03
Abfall a. d. Herstellung Natriumchlorid, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	447,547E-06	0	447,547E-06
Abfall a. d. Herstellung Natriumchlorid, unspezifiziert; AzB /kg	0	26,853E-03	0	26,853E-03
Abfall a. d. Herstellung Tensid W4, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	669,979E-09	0	669,979E-09
Abfall a. d. Herstellung Tensid W4, unspezifiziert; AzB /kg	0	31,231E-03	0	31,231E-03
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	888,813E-03	0	7,612E-06	888,821E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	1,374	0	11,766E-06	1,374
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	18,595E-03	0	159,248E-09	18,595E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	4,105E-03	0	35,159E-09	4,105E-03
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	2,536E-03	0	21,716E-09	2,536E-03
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	171,704E-03	0	1,47E-06	171,706E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	3,864E-03	0	33,09E-09	3,864E-03
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	495,068E-09	868,903E-12	4,24E-12	495,941E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	51,729E-06	9,397E-09	442,999E-12	51,738E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	89,976E-06	5,156E-09	770,547E-12	89,982E-06
Abwasser W4 (aufgesalzenes Trinkwasser); Abwasser TV /kg	3,1E+03	0	0	3,1E+03
Abwasser W4, Spaltung v. Emulsion (LAGA-Nr. 54402); Ro-habwB /m³	0	0	6,429E-03	6,429E-03
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	182,434E-03	0	182,434E-03
Aschen und Schlacken; AzV /kg	0	995,524E-06	0	995,524E-06
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	11,345E-03	0	97,159E-09	11,345E-03
Builder W4; RM /kg	0	3,446	0	3,446
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	14,454E+03	0	123,784E-03	14,454E+03
Kühlwasser, erwärmt /m³	516,954	0	4,427E-03	516,959
Natriumchlorid (NaCl), Steinsalz; Vorpr./Prod /kg	0	2,238	0	2,238
Sondermüll a. d. Herstellung Builder W4; AzB /kg	0	45,975E-06	0	45,975E-06
Sondermüll a. d. Herstellung Natriumchlorid; AzB /kg	0	74,47E-09	0	74,47E-09
Sondermüll a. d. Herstellung Tensid W4; AzB /kg	0	4,505E-06	0	4,505E-06
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Tensid W4; RM /kg	0	671,321E-03	0	671,321E-03
Trinkwasser; Vorpr./Prod. /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	7,429	0	0	7,429
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0
Schwefel (S), SeRo /kg	0	-858,358E-03	0	-858,358E-03

Abgabe

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kraftwerksasche; SeRo /kg	201,417	0	1,725E-03	201,418
REA-Gips; SeRo /kg	190,858E-03	13,496E-03	1,634E-06	204,355E-03
Schwefel (S), SeRo /kg	0	0	0	0

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0
Energie, elektrisch; Sekundärenergie /kWh	0	0	0	0
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme; Sekundärenergie /MJ	0	11,513	0	11,513
Energie, elektrisch; Sekundärenergie /kWh	0	163,858E-03	0	163,858E-03
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	1,187E+03	1,187E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Adsorberharz in Kartuschen (Netto-Gewicht); Minork. /kg	-12,531	0	0	-12,531
Aktivkohle in Kartuschen (Netto-Gewicht); Minork. /kg	-27,927	0	0	-27,927
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-3,24E-03	0	-27,747E-09	-3,24E-03
Argon (Ar); Minork. /kg	-70,099E-03	0	-600,32E-09	-70,099E-03
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-503,102E-03	0	-4,309E-06	-503,106E-03
Dünger (N, P, K); Minork. /kg	0	-2,014E-03	0	-2,014E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-4,434E-06	0	-37,97E-12	-4,434E-06
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-86,936E-03	0	-744,511E-09	-86,937E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-1,945E-03	0	-16,66E-09	-1,945E-03
Harze; Minork. /kg	-8,452E-03	0	-72,383E-09	-8,452E-03
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-7,614E-03	0	-65,202E-09	-7,614E-03
Ionenaustauschharz; Minork. /kg	0	-14,462E-06	0	-14,462E-06
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-122,107E-03	0	-1,046E-06	-122,108E-03
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-75,801E-03	0	-649,149E-09	-75,801E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-70,032E-03	0	-599,745E-09	-70,032E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-4,367E-03	0	-37,402E-09	-4,367E-03
Polyacrylamid; Minork. /kg	-7,245E-03	0	-62,043E-09	-7,245E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-33,808E-03	0	-289,532E-09	-33,809E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-76,069E-03	0	-651,447E-09	-76,07E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-8,452E-03	0	-72,383E-09	-8,452E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-202,918E-03	0	-1,738E-06	-202,919E-03
TMT 15; Minork. /m³	-11,084E-09	0	-94,925E-15	-11,084E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-33,876E-03	-2,014E-03	-290,107E-09	-35,89E-03

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Adsorberharz in Kartuschen (Netto-Gewicht); Minork. /kg	0	0	0	0
Aktivkohle in Kartuschen (Netto-Gewicht); Minork. /kg	0	0	0	0
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Dünger (N, P, K); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Ionenaustauschharz; Minork. /kg	0	0	0	0

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W4, Reinigungsaufgabe K4, anlagenspez.

Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-21,259E+03	0	-182,062E-03	-21,259E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	21,259E+03	0	182,062E-03	21,259E+03
Abwasser (erwärmtes Kühlwasser); MNB /kg	0	248,246	0	248,246
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	19,622	0	168,037E-06	19,622
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	200,186	0	200,186
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	620,627	0	5,315E-03	620,632
Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	43,959E+03	0	376,457E-03	43,959E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	19,755E+03	0	169,178E-03	19,755E+03
Grubenwasser (Input); MNB /kg	-14,454E+03	0	-123,784E-03	-14,454E+03
Reinigeraustrag W4, über Teile nach Trocknung; MNB /kg	89,509E-03	0	0	89,509E-03
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	134,264E-03	0	0	134,264E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-27,484E+03	0	-658,816	-28,143E+03

Tab. 21 (Anhang B.9.1):
Sachbilanzergebnisse für Reinigungsanlage W6, Reinigungsaufgabe W6, anlagen-spez.

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

1 Beschreibung der Nutzeneinheit

Bezug: 1000 Stück Vergleichscharge a 32l

2 Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

2.1 Stoffliche Emissionen, Abgabe in die Atmosphäre

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aerosole, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	52,545	0	3,054E-03	52,548
Aktinide; Em. Atmosph. /Bq	898,613	0	52,229E-03	898,665
Aldehyde (R-CHO); Em. Atmosph. /kg	0	536,916E-06	0	536,916E-06
Ammoniak (NH3); Em. Atmosph. /kg	6,633E-03	3,825E-03	24,077E-03	34,535E-03
BTEX-Aromaten; Em. Atmosph. /kg	71,392E-06	0	4,149E-09	71,396E-06
Benzo(a)pyren; Em. Atmosph. /kg	0	50,811E-12	0	50,811E-12
Benzol (C6H6); Em. Atmosph. /kg	0	396,749E-09	9,625E-03	9,625E-03
Blei (Pb); Em. Atmosph. /kg	0	170,178E-09	0	170,178E-09
Chlor (Cl2); Em. Atmosph. /kg	0	35,14E-06	0	35,14E-06
Chlorwasserstoff (HCl), Salzsäure; Em. Atmosph. /kg	61,285E-03	1,96E-03	3,562E-06	63,249E-03
Chrom (Cr); Em. Atmosph. /kg	0	0	387,263E-09	387,263E-09
Dioxine/Furane (PCDD/F); Em. Atmosph. /kg TE	0	260,559E-15	96,183E-12	96,443E-12
Distickstoffmonoxid (N2O), Lachgas; Em. Atmosph. /kg	0	1,581E-03	0	1,581E-03
Edelgase, radioaktiv; Em. Atmosph. /Bq	65,173E+06	0	3,788E+03	65,177E+06
Edelgase; Em. Atmosph. /kg	208,632	0	12,126E-03	208,644
Fluor (F2); Em. Atmosph. /kg	0	179,918E-06	0	179,918E-06
Fluorwasserstoff (HF); Em. Atmosph. /kg	7,72E-03	92,052E-06	448,682E-09	7,812E-03
Formaldehyd (HCHO); Em. Atmosph. /kg	0	1,409E-06	0	1,409E-06
Kerosin; Em. Atmosph. /kg	0	3,699E-09	0	3,699E-09
Kohlendioxid (CO2) aus foss./min. Quelle; Em. Atmosph. /kg	3,489E+03	46,067	550,47	4,085E+03
Kohlendioxid (CO2) aus regener. Quellen; Em. Atmosph. /kg	0	1,438	0	1,438
Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph. /kg	923,749E-03	29,003E-03	2,446	3,398
Kupfer (Cu); Em. Atmosph. /kg	0	0	588,639E-09	588,639E-09
Mercaptane, Em. Atmosph. /kg	0	72,075E-06	0	72,075E-06
Metalle; Em. Atmosph. /kg	0	195,969E-06	0	195,969E-06
Methan (CH4); Em. Atmosph. /kg	7,489	76,423E-03	68,192E-03	7,634
NMVOC, flüchtige organ. Verbind. ohne Methan; Em. Atmosph. /kg	251,528E-03	67,435E-03	156,915E-03	475,878E-03
Nickel (Ni); Em. Atmosph. /kg	0	0	2,633E-06	2,633E-06
Partikel; Em. Atmosph. /kg	0	401,073E-06	4,586E-03	4,987E-03
Quecksilber (Hg); Em. Atmosph. /kg	74,605E-09	0	4,336E-12	74,609E-09
Radon (Rn); Em. Atmosph. /Bq	2,796E+09	0	162,534E+03	2,797E+09
Sauerstoff (O2); Em. Atmosph. /kg	811,324	0	389,67	1,201E+03
Schwefeldioxid (SO2); Em. Atmosph. /kg	1,997	224,509E-03	1,923	4,144
Schwefeloxide (SOx); Em. Atmosph. /kg	0	751,817E-06	8,035E-03	8,787E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Em. Atmosph. /kg	0	2,167E-03	0	2,167E-03
Schwefelwasserstoff (H2S); Em. Atmosph. /kg	0	877,623E-09	0	877,623E-09
Staub; Em. Atmosph. /kg	268,917E-03	144,533E-03	96,198E-03	509,649E-03
Stickstoff (N2); Em. Atmosph. /kg	12,129E+03	0	3,188E+03	15,317E+03
Stickstoffoxide (NOx); Em. Atmosph. /kg	2,185	221,085E-03	492,421E-03	2,898
VOC, flüchtige organ. Verbindungen; Em. Atmosph. /kg	0	317,413E-03	0	317,413E-03
Vanadium (V); Em. Atmosph. /kg	214,176E-06	0	12,448E-09	214,189E-06
Wasserdampf (H2O); Em. Atmosph. /kg	5,305E+03	13,944	261,372	5,58E+03
Wasserdampf aus Kühlprozessen; Em. Atmosph. /kg	11,371E+03	0	660,92E-03	11,372E+03
Zink (Zn); Em. Atmosph. /kg	0	0	1,363E-06	1,363E-06

2.2 Stoffliche Emissionen, Abgabe über Wasser

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
AOX, adsorb. halog. Organica; Em. Wasser /kg	0	1,462E-06	0	1,462E-06
Aktinide; Em. Wasser /Bq	117,083E+03	0	6,805	117,09E+03
Aluminium (Al); Em. Wasser /kg	0	62,091E-09	0	62,091E-09
Ammonium (NH4); Em. Wasser /kg	0	1,898E-03	0	1,898E-03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

BSB5, biochem. O2-Bedarf in 5 Tagen; Em. Wasser /kg	0	68,049E-03	0	68,049E-03
CSB, chem. Sauerstoffbedarf; Em. Wasser /kg	0	79,674E-03	0	79,674E-03
Cadmium (Cd); Em. Wasser /kg	0	14,477E-06	0	14,477E-06
Calziumsulfat (CaSO4); Em. Wasser /kg	0	10,134	0	10,134
Chemikalien unspez.; Em. Wasser /kg	0	1,102E-03	0	1,102E-03
Chlorid (Cl-); Em. Wasser /kg	248,302E-03	5,058	14,432E-06	5,306
Chrom (Cr); Em. Wasser /kg	0	69,239E-06	0	69,239E-06
Cyanid (CN-); Em. Wasser /kg	0	1,685E-06	0	1,685E-06
DOC, gelöster organischer Kohlenstoff; Em. Wasser /kg	0	169,614E-09	0	169,614E-09
Eisen (Fe); Em. Wasser /kg	0	18,607E-03	0	18,607E-03
Feststoffe suspendiert; Em. Wasser /kg	0	275,651E-03	0	275,651E-03
Feststoffe, gelöst; Em. Wasser /kg	0	191,16E-03	0	191,16E-03
Fette und Öle; Em. Wasser /kg	999,49E-06	60,01E-06	58,092E-09	1,06E-03
Fluorid (F-); Em. Wasser /kg	0	247,756E-03	0	247,756E-03
Kohlenwasserstoffe (CxHy); Em. Wasser /kg	0	10,364E-03	0	10,364E-03
Kohlenwasserstoffe, aromatisch; Em. Wasser /kg	71,392E-06	0	4,149E-09	71,396E-06
Lagerstättenwasser aus Rohgas; Em. Wasser /kg	3,534	0	205,39E-06	3,534
Metalle; Em. Wasser /kg	0	20,853E-03	0	20,853E-03
Natrium (Na+); Em. Wasser /kg	0	546,655E-03	0	546,655E-03
Nickel (Ni); Em. Wasser /kg	0	214,141E-09	0	214,141E-09
Nitrat (NO3-); Em. Wasser /kg	0	242,936E-06	0	242,936E-06
Nuklidgemisch, Em. Wasser /Bq	5,773E+03	0	335,534E-03	5,773E+03
PAK; Em. Wasser /kg	0	5,285E-06	0	5,285E-06
Phenole; Em. Wasser /kg	0	40,565E-06	0	40,565E-06
Phosphat (PO4 3-); Em. Wasser /kg	0	29,011E-06	0	29,011E-06
Phosphor (P); Em. Wasser /kg	0	31,273E-06	0	31,273E-06
Radium (Ra); Em. Wasser /Bq	1,092E+06	0	63,486	1,092E+06
Salze; Em. Wasser /kg	0	252,831E-06	0	252,831E-06
Stickstoffverbindungen als N; Em. Wasser /kg	0	19,417E-03	0	19,417E-03
Sulfat (SO4); Em. Wasser /kg	3,818	24,635E-03	221,912E-06	3,843
Sulfid (SO3); Em. Wasser /kg	0	225,866E-06	0	225,866E-06
Säure (H+); Em. Wasser /kg	0	788,492E-06	0	788,492E-06
Säuren, unspez.; Em. Wasser /kg	0	20,576E-03	0	20,576E-03
TOC; Em. Wasser /kg	0	3,434E-03	0	3,434E-03
Tributylzinn; Em. Wasser /kg	0	543,235E-09	0	543,235E-09
Tritium,überschwerer Wasserstoff, radioaktiv; Em. Wasser /Bq	1,906E+06	0	110,753	1,906E+06
U3O8; Em. Wasser /kg	0	72,388E-06	0	72,388E-06
Zink (Zn); Em. Wasser /kg	71,392E-06	200,074E-06	4,149E-09	271,471E-06

2.3 Stoffliche Emissionen, Abgabe in den Boden

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Atrazin; Em. Boden /kg	0	57,115E-09	0	57,115E-09
Nitrat (NO3-); Em. Boden /kg	0	17,393E-03	0	17,393E-03
Phosphor total; Em. Boden /kg	0	15,93E-06	0	15,93E-06

2.4 Rohstoffentnahme (endliche Ressourcen)

2.4.1 fossil

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohbraunkohle /kg	0	-1,606	0	-1,606
Rohbraunkohle (Hu: 8,324 MJ/kg) /kg	-532,403	0	-30,944E-03	-532,433
Rohbraunkohle (Hu: 8,795 MJ/kg) /kg	-1,157E+03	0	-67,263E-03	-1,157E+03
Rohbraunkohle (Hu: 9,5 MJ/kg) /kg	-353,269	0	-20,533E-03	-353,289
Rohgas (Hu: 33,8 MJ/m³) /m³	-70,554	0	-4,101E-03	-70,558
Rohgas; Rohstoff fossil /m³	0	-11,525	0	-11,525
Rohsteinkohle /kg	-445,562	-3,309	-25,897E-03	-448,896
Rohsteinkohle (Hu: 22,6 MJ/kg) /kg	-19,75	0	-1,148E-03	-19,751
Rohöl in der Lagerstätte /kg	-25,096	-16,217	-2,436	-43,75

2.4.2 mineralisch

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Eisenerz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-1,451E-03	0	-1,451E-03
Kalkstein (CaCO3); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-5,231	0	-5,231
Natriumchlorid (NaCl); Rohstoff, mineralisch /kg	0	-7,999	0	-7,999

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

Phosphaterz; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-8,388	0	-8,388
Rohkalium; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-123,629E-03	0	-123,629E-03
Rohphosphat; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-143,28E-03	0	-143,28E-03
Rohstoff Sand; Rohstoff, mineralisch /kg	0	-493,206E-06	0	-493,206E-06
Schwefel (S); Rohstoff; mineralisch /kg	0	-499,155E-03	0	-499,155E-03
Uranerz; Rohstoff, mineralisch /kg	-56,685E-03	-103,682E-06	-3,295E-06	-56,792E-03

2.5 Rohstoffentnahme (Kreislaufmaterialien)

2.5.1 nachwachsende Rohstoffe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Rohstoff Biomasse /kg	0	-14,61	0	-14,61

2.5.2 Wasserentnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Kühlwasser; H2O-Entnahme /kg	-317,019E+03	-525,475	-18,426	-317,563E+03
Meerwasser (Prozeßwasser); H2O-Entnahme /kg	0	-148,953	0	-148,953
Prozeßwasser; H2O-Entnahme /m³	0	-30,546E-03	0	-30,546E-03
Trinkwasser; H2O-Entnahme /kg	0	-3,531E+03	0	-3,531E+03
Wasser, unbekannte Herkunft; H2O-Entnahme /m³	0	-279,675E-03	0	-279,675E-03

2.6 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme in den Raum; Abwärme Raum /MJ	8,378E+03	0	0	8,378E+03
Abwärme übers Dach; Abwärme Dach /MJ	10,956E+03	0	0	10,956E+03

3 Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen

3.1 Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen

3.1.1 Vorgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall Ionenaustauschharz; AzV /kg	0	0	0	0
Abfall W6 (Öl-Wasser-Emulsion, LAGA-Nr. 54402); Abfall TV /kg	0	0	-45,256	-45,256
Abfall W6, Altöl (Mineralöl, LAGA-Nr. 54109); Abfall TV /kg	0	0	-154,905	-154,905
Abfall a. Herst. Korrosionsschutz.2 W6, unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. Herst. Korrosionsschutz1 W6, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. Herst. Korrosionsschutz1 W6, unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Builder W6, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Builder W6, mineralisch; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Builder W6, unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Komplexbildner W2, hausmüll.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Komplexbildner W2, unspez.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Tensid W6, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Herstellung Tensid W6, unspez.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall a. d. Wasservollentsalzung, unspezifiziert; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	0	0	0	0
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	0	0	0	0
Abfall aus der Wasservollentsalzung, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	0	0	0
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	0	0	0	0
Abwasser W6 (vorbehandelt, Indirekteinleitung); Abwasser TV /kg	0	0	0	0
Abwasser W6, Spaltung v. Emulsion (LAGA-Nr. 54402); Ro-habwB /m³	0	0	0	0
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	0	0	0

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

Aschen und Schlacken; AzV /kg	0	0	0	0
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	-11,602	0	-674,33E-06	-11,603
Borax10H2O; Vorpr./Prod. /kg	0	-8,108	0	-8,108
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	0	0	0	0
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	-49,139E-03	0	-2,856E-06	-49,142E-03
Erdölgas; Vorpr./Prod. /kg	0	-308,136E-03	0	-308,136E-03
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	-3,427E-03	0	-199,173E-09	-3,427E-03
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	0	0	0	0
Komplexbildner W6 (Zusatz 4); RM /kg	-930,899E-03	0	0	-930,899E-03
Korrosionsschutz.1 W6 (Zusatz 2); RM /kg	-1,11	0	0	-1,11
Korrosionsschutz.2 W6 (Zusatz 3); RM /kg	-6,856	0	0	-6,856
Kühlwasser, erwärmt /m³	0	0	0	0
Reiniger W6; RM /kg	-11,583	0	0	-11,583
Sondermüll a. H2O-Vollentsalzung; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung Builder W6; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung Komplexbildner W2; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung Korrosionsschutz1 W6; AzB /kg	0	0	0	0
Sondermüll a. d. Herstellung Tensid W6; AzB /kg	0	0	0	0
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	-1,603	0	-1,603
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	-49,259	0	-2,863E-03	-49,262
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	-230,292E-03	0	-13,385E-06	-230,305E-03
Tensid W6 (Zusatz 1); RM /kg	-12,961	0	0	-12,961
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	-19,996	0	0	-19,996
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	-168,779	0	0	-168,779
Wasser (H2O), entsalzt; Vorpr./Prod. /kg	-3,356E+03	0	0	-3,356E+03
Wasserkraft /MJ	-1,01E+03	0	-58,699E-03	-1,01E+03

3.1.2 Nachgelagerte Module fehlen

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abfall Ionenaustauschharz; AzV /kg	0	33,615E-03	0	33,615E-03
Abfall W6 (Öl-Wasser-Emulsion, LAGA-Nr. 54402); Abfall TV /kg	45,256	0	0	45,256
Abfall W6, Altöl (Mineralöl, LAGA-Nr. 54109); Abfall TV /kg	154,905	0	0	154,905
Abfall a. Herst. Korrosionsschutz.2 W6, unspezifiziert; AzB /kg	0	92,068E-03	0	92,068E-03
Abfall a. Herst. Korrosionsschutz1 W6, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	89,941E-09	0	89,941E-09
Abfall a. Herst. Korrosionsschutz1 W6, unspezifiziert; AzB /kg	0	40,952E-03	0	40,952E-03
Abfall a. d. Herstellung Builder W6, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	72,887E-06	0	72,887E-06
Abfall a. d. Herstellung Builder W6, mineralisch; AzB /kg	0	2,047	0	2,047
Abfall a. d. Herstellung Builder W6, unspezifiziert; AzB /kg	0	55,759E-03	0	55,759E-03
Abfall a. d. Herstellung Komplexbildner W2, hausmüll.; AzB /kg	0	170,807E-06	0	170,807E-06
Abfall a. d. Herstellung Komplexbildner W2, unspez.; AzB /kg	0	2,032E-03	0	2,032E-03
Abfall a. d. Herstellung Tensid W6, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	13,951E-06	0	13,951E-06
Abfall a. d. Herstellung Tensid W6, unspez.; AzB /kg	0	571,658E-03	0	571,658E-03
Abfall a. d. Wasservollentsalzung, unspezifiziert; AzB /kg	0	24,425E-03	0	24,425E-03
Abfall aus KKW (nicht radioaktiv); AzB /kg	525,509E-03	0	30,543E-06	525,539E-03
Abfall aus Urangewinnung, Inerstoffdeponie /kg	812,3E-03	0	47,212E-06	812,347E-03
Abfall aus Urangewinnung; Kompostierung /kg	10,994E-03	0	639,013E-09	10,995E-03
Abfall aus Urangewinnung; MVA /kg	2,427E-03	0	141,081E-09	2,427E-03
Abfall aus Urangewinnung; Reaktordeponie /kg	1,499E-03	0	87,138E-09	1,499E-03
Abfall aus Urangewinnung; Reststoffdeponie /kg	101,52E-03	0	5,9E-06	101,526E-03
Abfall aus Urangewinnung; SAD /kg	2,285E-03	0	132,782E-09	2,285E-03
Abfall aus der Wasservollentsalzung, hausmüllähnl.; AzB /kg	0	2,219E-03	0	2,219E-03
Abfall, hochradioaktiv; AzB /m³	292,708E-09	17,516E-09	17,013E-12	310,24E-09
Abfall, mittelradioaktiv; AzB /m³	30,584E-06	189,43E-09	1,778E-09	30,776E-06
Abfall, schwachradioaktiv; AzB /m³	53,198E-06	103,928E-09	3,092E-09	53,305E-06
Abwasser W6 (vorbehandelt, Indirekteinleitung); Abwasser TV /kg	99,105	0	0	99,105
Abwasser W6, Spaltung v. Emulsion (LAGA-Nr. 54402); Ro-habwB /m³	0	0	14,482E-03	14,482E-03
Aschen und Schlacken; AzB /kg	0	457,908E-03	0	457,908E-03
Aschen und Schlacken; AzV /kg	0	4,688E-03	0	4,688E-03
Betriebswasser; Vorpr./Prod. /m³	0	0	0	0
Borax10H2O; Vorpr./Prod. /kg	0	0	0	0
Brennstoffabfall zur Wiederaufarbeitung; AzV /kg	6,708E-03	0	389,869E-09	6,708E-03
Erdölgas (Dichte: 1,0152 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Erdölgas; Vorpr./Prod. /kg	0	0	0	0
Grubengas (Dichte: 1,036 kg/m³) /m³	0	0	0	0
Grubenwasser (in Vorfluter) /kg	8,546E+03	0	496,709E-03	8,547E+03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

Komplexbildner W6 (Zusatz 4); RM /kg	0	930,899E-03	0	930,899E-03
Korrosionsschutz.1 W6 (Zusatz 2); RM /kg	0	1,11	0	1,11
Korrosionsschutz.2 W6 (Zusatz 3); RM /kg	0	6,856	0	6,856
Kühlwasser, erwärmt /m³	305,648	29,281E-03	17,765E-03	305,695
Reiniger W6; RM /kg	0	11,583	0	11,583
Sondermüll a. H2O-Vollentsalzung; AzB /kg	0	89,382E-06	0	89,382E-06
Sondermüll a. d. Herstellung Builder W6; AzB /kg	0	85,342E-06	0	85,342E-06
Sondermüll a. d. Herstellung Komplexbildner W2; AzB /kg	0	3,424E-06	0	3,424E-06
Sondermüll a. d. Herstellung Korrosionsschutz1 W6; AzB /kg	0	2,486E-06	0	2,486E-06
Sondermüll a. d. Herstellung Tensid W6; AzB /kg	0	93,902E-06	0	93,902E-06
Strom aus Wasserkraft (Netzstromanteil) (Herst. RM) /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Brennstoffen /kWh	0	0	0	0
Strom aus sonstigen Gasen /kWh	0	0	0	0
Tensid W6 (Zusatz 1); RM /kg	0	12,961	0	12,961
Verunreinigungen Austrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	19,996	0	0	19,996
Verunreinigungen Eintrag, fest; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Verunreinigungen Eintrag, flüssig; Verunreinigung MNW /kg	0	0	0	0
Wasser (H2O), entsalzt; Vorpr./Prod. /kg	0	3,356E+03	0	3,356E+03
Wasserkraft /MJ	0	0	0	0

3.2 Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden

3.2.1 Sekundärrohstoffe

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aschen und Schlacken; SeRo /kg	0	0	0	0
Kraftwerksasche; SeRo /kg	0	0	0	0
Mist; SeRo /kg	0	-1,723	0	-1,723
REA-Gips; SeRo /kg	0	0	0	0
Restfruchtwasser, als Dünger; SeRo /kg	0	0	0	0
Schwefel (S), SeRo /kg	0	-1,591	0	-1,591

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Aschen und Schlacken; SeRo /kg	0	71,868E-03	0	71,868E-03
Kraftwerksasche; SeRo /kg	119,087	0	6,922E-03	119,094
Mist; SeRo /kg	0	0	0	0
REA-Gips; SeRo /kg	112,844E-03	72,912E-03	6,559E-06	185,763E-03
Restfruchtwasser, als Dünger; SeRo /kg	0	911,864E-03	0	911,864E-03
Schwefel (S), SeRo /kg	0	0	0	0

3.2.2 Sekundärenergie (genutzte Abwärme)

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0
Energie, elektrisch; Sekundärenergie /kWh	0	0	0	0
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	0	0

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abwärme; Sekundärenergie /MJ	0	21,338	0	21,338
Energie, elektrisch; Sekundärenergie /kWh	0	303,694E-03	0	303,694E-03
Ofenwärme; Sekundärenergie /MJ	0	0	7,274E+03	7,274E+03

3.2.3 Minorkomponenten

Aufnahme

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

Ammoniak (NH3); Minork. /kg	-1,916E-03	0	-111,341E-09	-1,916E-03
Argon (Ar); Minork. /kg	-41,446E-03	0	-2,409E-06	-41,448E-03
Atrazin; Minork. /kg	0	-71,105E-06	0	-71,105E-06
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	-297,458E-03	0	-17,289E-06	-297,475E-03
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	-2,621E-06	0	-152,361E-12	-2,622E-06
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	-51,401E-03	0	-2,987E-06	-51,404E-03
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	-1,15E-03	0	-66,85E-09	-1,15E-03
Harze; Minork. /kg	-4,997E-03	0	-290,451E-09	-4,998E-03
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	-4,502E-03	0	-261,637E-09	-4,502E-03
Ionenaustauschharz; Minork. /kg	0	-36,994E-03	0	-36,994E-03
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	-72,195E-03	-46,533E-03	-4,196E-06	-118,732E-03
Magnesium (Mg); Minork. /kg	0	-1,02E-03	0	-1,02E-03
Metalle, unspezifiziert; Minork. /kg	0	-38,776E-03	0	-38,776E-03
Mineralien, unspezifiziert; Minork. /kg	0	-96,174E-03	0	-96,174E-03
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	-44,817E-03	0	-2,605E-06	-44,82E-03
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	-41,406E-03	0	-2,407E-06	-41,409E-03
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	-2,582E-03	0	-150,082E-09	-2,582E-03
Peroxitan; Minork. /kg	0	-6,286E-03	0	-6,286E-03
Pestizide; Minork. /kg	0	-1,385E-03	0	-1,385E-03
Polyacrylamid; Minork. /kg	-4,283E-03	0	-248,958E-09	-4,284E-03
Polycarbonsäure; Minork. /kg	-19,989E-03	0	-1,162E-06	-19,99E-03
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	-44,976E-03	0	-2,614E-06	-44,978E-03
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	-4,997E-03	0	-290,451E-09	-4,998E-03
Stickstoff (N2); Minork. /kg	-119,975E-03	0	-6,973E-06	-119,982E-03
TMT 15; Minork. /m³	-6,554E-09	0	-380,903E-15	-6,554E-09
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	-20,029E-03	0	-1,164E-06	-20,03E-03

Abgabe

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Ammoniak (NH3); Minork. /kg	0	0	0	0
Argon (Ar); Minork. /kg	0	0	0	0
Atrazin; Minork. /kg	0	0	0	0
Calziumhydroxid (Ca(OH)2); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisen(III)chlorid (FeCl3); Minork. /kg	0	0	0	0
Eisenchlorsulfat; Minork. /kg	0	0	0	0
Ethanol (C2H5OH); Minork. /kg	0	0	0	0
Harze; Minork. /kg	0	0	0	0
Hydrazin (N2H4); Minork. /kg	0	0	0	0
Ionenaustauschharz; Minork. /kg	0	0	0	0
Kalkstein (CaCO3); Minork. /kg	0	0	0	0
Magnesium (Mg); Minork. /kg	0	0	0	0
Metalle, unspezifiziert; Minork. /kg	0	0	0	0
Mineralien, unspezifiziert; Minork. /kg	0	0	0	0
N2/H2-Formiergas; Minork. /kg	0	0	0	0
Natriumhypochlorid; Minork. /kg	0	0	0	0
Natronlauge (NaOH); Minork. /kg	0	0	0	0
Peroxitan; Minork. /kg	0	0	0	0
Pestizide; Minork. /kg	0	0	0	0
Polyacrylamid; Minork. /kg	0	0	0	0
Polycarbonsäure; Minork. /kg	0	0	0	0
Sauerstoff (O2); Minork. /kg	0	0	0	0
Schwefelsäure (H2SO4); Minork. /kg	0	0	0	0
Stickstoff (N2); Minork. /kg	0	0	0	0
TMT 15; Minork. /m³	0	0	0	0
Wasserstoff (H2); Minork. /kg	0	0	0	0

3.2.4 Sonstiges

	Teilbilanz TechnVerf.	Teilbilanz Vorkette	Teilbilanz Nachkette	Gesamtbilanz
Abraum (Kohlegewinnung), Input; MNB /kg	-12,569E+03	0	-730,558E-03	-12,57E+03
Abraum (Kohlegewinnung), Output; MNB /kg	12,569E+03	0	730,558E-03	12,57E+03
Abwasser (erwärmtes Kühlwasser); MNB /kg	0	463,422	0	463,422
Abwasser aus Urangewinnung; MNB /m³	11,601	0	674,283E-06	11,602
Abwasser in den Vorfluter (behandelt); MNB /kg	0	596,095	0	596,095
Abwärme aus Stromerzeugung; MNB /MJ	366,944	0	21,327E-03	366,966
Abwärme in Atmosphäre; MNB /MJ	25,99E+03	0	1,511	25,992E+03
Abwärme in Wasser; MNB /MJ	11,68E+03	0	678,859E-03	11,681E+03

Untersuchungsobjekt: Reinigungsanlage W6, Reinigungsaufgabe W6, anlagenspez.

Grubenwasser (Input); MNB /kg	-8,546E+03	0	-496,709E-03	-8,547E+03
Korrosionsschutz.2 W6, auf Teile nach Trocknung; MNB /kg	4,117	0	0	4,117
Monoethanolamin (Einleitung Abwasserbehandlungsanlage); MNB /kg	0	187,512E-06	0	187,512E-06
Reinigeraustrag W6, auf Teile nach Trocknung; MNB /kg	2,041	0	0	2,041
Restverschmutzung, flüssig; MNB /kg	841,389E-03	0	0	841,389E-03
Verbrennungsluft; MNB /kg	-16,25E+03	0	-4,199E+03	-20,449E+03

B.9.2 Untersuchungen zum Emissionsverhalten an wäßrigen Reinigungsanlagen

B.9.2.1 Problemstellung und Versuchsplanung

Zur qualitativen und quantitativen Abschätzung von Emissionen, die von wäßrigen Reinigungsbädern der industriellen Metallreinigung ausgehen und am Arbeitsplatz an der Anlage auftreten, wurden analytische Messungen durchgeführt.

Dazu wurde aus der Menge der bilanzierten wäßrigen Reinigungsanlagen (W1-W6), entsprechend folgenden Kriterien, exemplarisch die Anlage W6 ausgewählt:

- Die Anlage sollte repräsentativ auch für die anderen im Projekt bilanzierten wäßrigen Anlagen stehen.
- Das in der Anlage verwendete Reinigungssystem (Reiniger gesamt, Korrosionsschutzbad, weitere Zusätze) sollte eine für die wäßrige Reinigung typische Kombination darstellen (keine Spezialreinigung) und die stoffliche Breite möglichst groß sein.
- Zur Begrenzung des analytischen Aufwandes sollte die Spezifikation der Komponenten des Reinigungssystems zugänglich sein.

Die Anlage W6 ist eine 5-Kammeranlage, die mit einer schwach alkalischen Reinigerkombination (ionische und nichtionische Tenside) arbeitet und ein alkalisches temporäres- sowie ein mineralölhaltiges Korrosionsschutzbad besitzt. Wichtig für die Diskussion der erhaltenen Werte erwies sich die Absaugung der Anlage (je nach Betriebszustand 2.500/5.000 m^3/h), die über Dach geführt wird.

Quelle von Emissionen an wäßrigen Reinigungsanlagen können das Reinigungssystem selbst (Gesamtheit der Badkomponenten, z.B. Tensidsystem, Puffersystem, Zusätze, Korrosionsschutz) oder die im Bad emulgierten, von den Produktionsteilen bereits abgereinigten Bearbeitungshilfsstoffe (z.B. Öle, Fette und Kühlschmierstoffe) sein. Für die Wirkungsabschätzung der Ökobilanz sollte die Herkunft der Emissionen entsprechend dieser Zweiteilung zugeordnet werden können.

Für die Messungen wurde folgende Verfahrensweise gewählt:

1. In einem Modellversuch wurde zunächst das Emissionsverhalten der Badkomponenten untersucht. Dazu wurden diese in den realen Ansatzkonzentrationen in einem Ultraschallbad bei Anwendungstemperatur beschallt, die im Gasraum über dem Modellbad befindlichen Verbindungen auf Adsorptionsröhrchen gesammelt und mittels Gaschromatographie untersucht. Die Untersuchungen widerspiegeln die Zusammensetzung der Emissionen aus dem Reinigungssystem. Dieser Versuch war notwendig, um bei den Messungen an der Anlage von den Emissionen aus Kühlschmierstoffeinträgen abgrenzen zu können. Gleichzeitig sollte die Messung für eine Abschätzung der Gesamtemission an Kohlenwasserstoffen aus wäßrigen Reinigungsbädern dienen.

2. Zur Untersuchung der durch Emissionen der Reinigungsanlage verursachten Arbeitsplatzbelastungen wurden Analysenproben (Adsorptionssammelröhrchen) am Arbeitsplatz des Anlagenfahrers genommen (Anlage: Schalttafel, Ein- und Auslaß der Beschickung).
3. Für die Diskussion der Ergebnisse mußte zur Unterscheidung von nicht aus der Reinigungsanlage stammenden Luftinhaltsstoffen vergleichend die umgebende Hallenluft untersucht werden.

Die Messung und Auswertung der Analysenproben erfolgte durch ein akkreditiertes Analysenlabor.

B.9.2.2 Ergebnisse

Die Auswertung der Modellbadproben erwies sich als sehr problematisch. Aus den durchgeführten Messungen ergaben sich keine Hinweise auf einzelne, stark emittierende Substanzen. Die Chromatogramme sind vielmehr durch eine sehr große Anzahl Peaks geprägt. Sie bilden einen schlecht aufgelösten Substanzberg, was eine Identifizierung von Einzelstoffen mittels GC-MSD sehr erschwert und quantitative Bestimmungen beeinträchtigt. Einige charakteristische Peaks im Bereich der höher siedenden Substanzen können im GC-FID den n-Alkanen C13-C16 zugeordnet werden. Ihre Gehalte beim Modellversuch lagen im µg/m^3-Bereich. An weiteren Stoffen konnten Toluen und Xylene identifiziert und quantifiziert werden [Tab. 22 (Anhang B.9.1)].

	Anlage Gehalt in [µg/m^3]	Anlage[1] Gehalt in [µg/m^3]	Halle Gehalt in [µg/m^3]	Halle[1] Gehalt in [µg/m^3]	Modellbad Gehalt in [µg/m^3]	MAK-Wert in [mg/m^3]
Toluen	6,4	4,0	11,0	5,1	106,2	380
Ethylbenzen	4,4	3,4	5,0	2,6	54,2	440
m-/p-Xylen	15,0	10,0	14,0	10,0	141,7	400 [2]
o-Xylen	9,0	4,2	7,4	7,5	116,7	
Ethanolamin	3,9	2,2	1,0	0,6	31,5	8
Diethanolamin	< 0,1	1,7	1,7	< 0,1	31,5	- [3]

Tab. 22 (Anhang B.9.2):
Anlage W6. Gehaltsbestimmung identifizierter Verbindungen

Die quantitative Bestimmung des Gehaltes an Ethanolaminen erfolgte mittels GC-ECD nach Derivatisierung als Trifluoroacetyl-Derivat[4]. Triethanolamin wurde auf diesem Wege nicht erfaßt. Die Bestimmung von Diethanolamin führte aus nicht geklärten Gründen zu sehr schwankenden Ergebnissen.

[1]Doppelbestimmung
[2]Mak-Wert für o-, m- und p-Xylen.
[3]Über die Einführung eines MAK-Wertes wird diskutiert.
[4] Analytical abstracts Vol. 47 (5), 5 C 18

Die Kohlenwasserstoffbelastung der Luft am Arbeitsplatz des Anlagenfahrers und in der umgebenen Hallenluft war erwartungsgemäß eine deutlich geringere als über dem Modellbad. Dabei ergab sich für die GC-Messungen an der Anlage und der umgebenden Hallenluft ein verschiedenes Peakmuster. Die Chromatogramme enthalten jedoch auch Peaks mit übereinstimmenden Retentionszeiten. Dabei handelt es sich hauptsächlich um n-Alkane.

Aus dem GC-MS-Screening ergeben sich zudem Hinweise auf zahlreiche andere Substanzen wie z.B. auf Fluorbenzolamin, ungesättigte Kohlenwasserstoffe und Alkylester. Eine detailliertere Aufklärung war jedoch im Rahmen des in diesem Projekt realisierbaren Analysenaufwandes nicht möglich.

B.9.2.3 Diskussion der Ergebnisse

Aus den Untersuchungen am Testbad wird deutlich, daß die Emissionen des Reinigungssystems bezogen auf einzelne Verbindungen nicht hoch, jedoch durch eine große Substanzvielfalt geprägt sind. Aus diesem Grund sind die vorliegenden Messungen mittels GC-MSD und GC-FID nicht geeignet, Aussagen zur Gesamtemission an Kohlenwasserstoffen zu treffen. Hierzu erscheint die Auswahl geeigneter Summenparameter notwendig.

Mit den vorliegenden Messungen und im Rahmen des in diesem Projekt vertretbaren Analysenaufwandes konnten insgesamt nur wenige Substanzen sicher bestimmt und quantifiziert werden [Tab. 22 (Anhang B.9.2)]. Der für sie ermittelte Gehalt liegt für alle Messungen deutlich unter den für sie geltenden maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen.

Von den über dem Testbad gefundenen zahlreichen kleinen Peaks hochsiedender Verbindungen konnten in der Luft am Arbeitsplatz außer den n-Alkanen keine registriert werden.

Ausgehend von den GC-FID-Messungen ist der Gehalt an Dekan, Dodekan und Undekan in der Hallenluft etwas höher als an der Anlage, während dort auch geringe Mengen höherer Homologe (bis C14) registriert werden. Er liegt jedoch nur bei wenigen $\mu g/m^3$. Als Emissionsquelle ist hier neben der Reinigungsanlage (insbesondere durch abdampfendes mineralölhaltiges Korrosionsschutzmittel von den gereinigten Teilen am Auslaß der Beschickung) die umliegende metallverarbeitende Produktion anzusehen. Ebenso ist für einige nicht identifizierte Peaks beider Messungen zu argumentieren.

In der Luftprobe an der Reinigungsanlage wurden 10 Signale geringer Intensität registriert, die im Raumluftspektrum und auch bei den Untersuchungen am Testbad nicht gefunden werden. Sie können daher den Kühlschmierstoffeinträgen in den Reinigungsbädern zuzuordnen sein. Da die Probenahme in der Halle und an der Anlage jedoch nicht als Parallelbestimmung sondern nacheinander erfolgte, sind auch geringe Schwankungen in der Zusammensetzung der Hallenluft nicht auszuschließen. Identifiziert werden konnten diese Verbindungen im Rahmen dieser Untersuchungen nicht.

Zusammenfassend wird mit den Messungen deutlich, daß die über Dach geführte Absaugung der Anlage dazu führt, daß die Zusammensetzung der Luft am Arbeitsplatz des Anlagenfahrers wesentlich durch die angesaugte Hallenluft und somit durch die umliegende metallverarbeitende Produktion bestimmt wird. Die Konzentrationen der an der Anlage identifizierten und quantifizierten Einzelverbindungen liegen deutlich unter den geltenden Arbeitsplatzgrenzwerten.

Ergänzend zu diesen Untersuchungen wurden stichprobenartig die Arbeitsplatzbelastungen mit Mono- und Diethanolamin an der Anlage W3 untersucht. Dies ist eine Einkammeranlage, die räumlich getrennt von den Produktionsanlagen in einem abgeschlossenen Raum mit schwacher Absaugung betrieben wird. Die Probenahme erfolgte an zwei repräsentativen Aufenthaltspunkten des Anlagenfahrers. Die Ergebnisse sind in Tab. 23 (Anhang B.9.2) zusammengefaßt.

	Monoethanolamin in [mg/m^3]	Diethanolamin in [mg/m^3]
Probe 1	0,13	0,029
Probe 2	0,18	0,043

Tab. 23 (Anhang B.9.2):
Anlage W3: Gehaltsbestimmung von Mono- und Diethanolamin

Die Analysenwerte der untersuchten Anlagen sind nicht direkt vergleichbar, da sie mit verschiedenen Reinigersystemen betrieben werden. Die gefundenen Werte liegen aber auch hier deutlich unter den Arbeitsplatzgrenzwerten.

Die Ergebnisse zeigen, daß eine Reinigeremission aus wäßrigen Anlagen im Rahmen der vorliegenden Bilanzierung vernachlässigt werden kann. Es kann davon ausgegangen werden, daß von den untersuchten Anlagen keine im Rahmen der lokalen Wirkungsabschätzung zu berücksichtigenden gesundheitlichen Gefahren für die Beschäftigten ausgehen.

Anlage C1. Auch im Vergleich zu allen anderen untersuchten Reinigungsanlagen ist Anlage K1 sehr klein und C1 sehr groß.

C) Verschmutzung:

In allen drei Anlagen werden wassermischbare und nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe abgereinigt, bei Anlage W1 spielen zusätzlich Polierpasten eine Rolle. Im Unterschied zu den beiden anderen Anlagen sind die Teile, die in K1 gereinigt werden, teilweise sehr stark verölt. Die eingetragene Schmutzmenge pro Jahr beträgt bei C1 2300 kg/a, bei K1 67 kg/a und bei W1 100 kg/a. Die Anlage K1 verfügt über keine kontinuierliche Destillation des Lösemittels und ist daher nicht für einen größeren Schmutzeintrag ausgelegt.

D) Reinheitsanforderungen

Es bestehen große Unterschiede in den Reinheitsanforderungen bei den drei Anlagen. Während C1 und W1 strenge maximal zulässige Restschmutzvorgaben einhalten müssen sind die Anforderungen bei K1 deutlich geringer. Dies spiegelt sich auch in den unterschiedlichen Werten der Restschmutzbestimmungen wider.

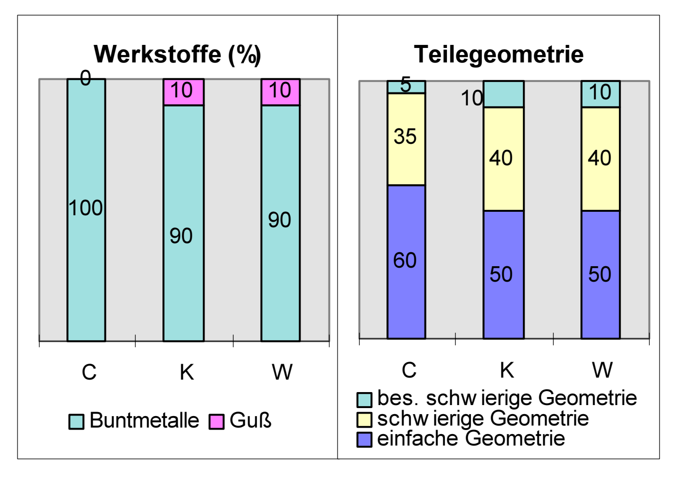
Aufgrund des stark unterschiedlichen Durchsatzes und der unterschiedlichen Reinheitsanforderungen können die Reinigungsaufgaben der drei Anlagen nicht in einer Reinigungsaufgabenkategorie zusammengefaßt werden.

B.1.1.1.2 Reinigungsaufgabenkategorie 2: Armaturenteile

In Tab. B-2 sind die Screening-Ergebnisse für Reinigungsaufgabenkategorie 2 dokumentiert. In allen drei Anlagen werden Drehteile für Sanitärarmaturen gereinigt. Die Anlagen K2 und W2 stehen im gleichen Betrieb. Sie wurden für die gleiche Reinigungsaufgabe ausgelegt und waren im Erhebungszeitraum parallel bzw. alternierend im Einsatz.

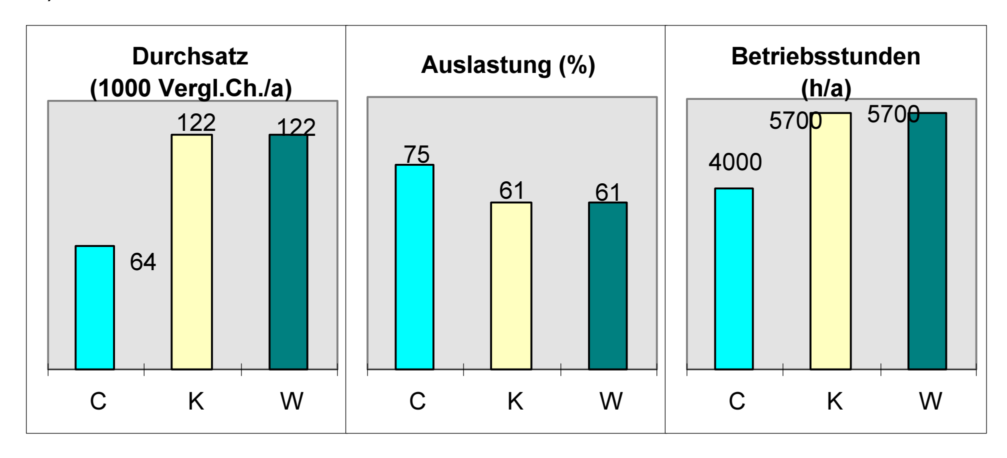
<u>Vergleichbarkeit der Reinigungsaufgaben:</u>

A) Teilespektrum



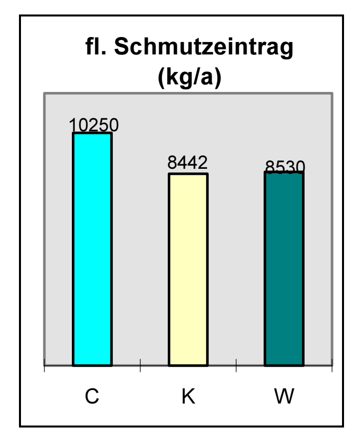
In den Anlagen K2 und W2 werden die gleichen Teile gereinigt, das Teilespektrum an der Anlage C2 ist nahezu identisch. Es handelt sich jeweils um Drehteile aus Messing bzw. Rotguß mit einfacher, schwieriger und z.T. auch besonders schwieriger Geometrie (Hinterschneidungen, Sacklöcher).

B) Durchsatz



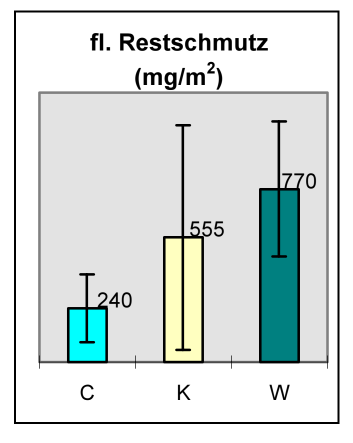
Die C-Anlage reinigt nur ca. die halbe Menge an Vergleichschargen pro Jahr, allerdings ist sie auch nur 4.000 Stunden pro Jahr in Betrieb, im Gegensatz zu den beiden anderen Anlagen, die 5700 Betriebsstunden pro Jahr aufweisen. Anlage C2 ist für einen etwas kleineren Durchsatz ausgelegt (der maximale Vergleichschargen-Durchsatz ist 40 % kleiner). Die Auslastung der Anlagen ist vergleichbar.

C) Verschmutzung:



Bearbeitungsschritte vor der Reinigung sind jeweils Drehen und Fräsen, bei C2 zusätzlich auch Bohren. Bei den Anlagen K2 und W2 sind Späne und nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe abzureinigen, bei C2 treten zu einem gewissen Anteil zusätzlich wassermischbare Kühlschmierstoffe auf. Die abzureinigende flüssige und feste Schmutzmenge ist bei den drei Anlagen sehr ähnlich.

D) Reinheitsanforderungen



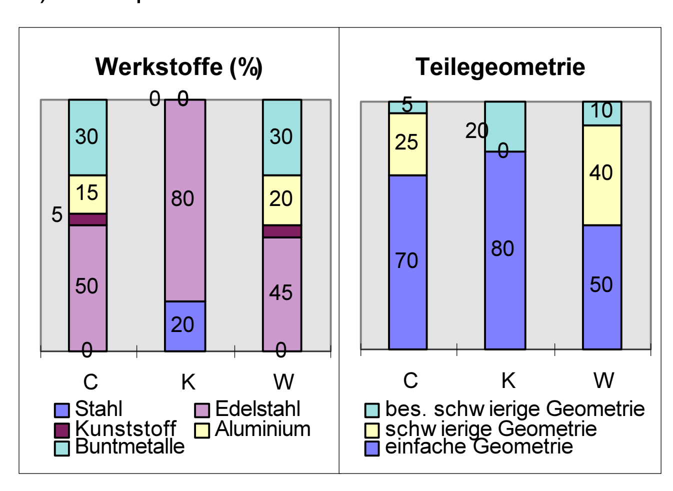
Es liegen keine quantitativen Reinheitsanforderungen vor, es kann aber von vergleichbaren Reinheitsanforderungen ausgegangen werden. Bei allen drei Anlagen darf es beim nachfolgenden Arbeitsschritt „Glühen" zu keinen Verfärbungen kommen. Die Restschmutzbestimmungen zeigen starke Abweichungen bei den einzelnen Stichproben. Werden die Mittelwerte betrachtet, so ist die Restverschmutzung bei Anlage C2 < K2 < W2.

B.1.1.1.3 Reinigungsaufgabenkategorie 3: Medizintechnik

In Tab. B-3 sind die Screening-Ergebnisse für Reinigungsaufgabenkategorie 3 dokumentiert. In den Anlagen werden unterschiedliche Dreh-, Stanz- und Preßteile aus dem Bereich Medizintechnik gereinigt. Es liegt ein hoher Anteil einzeln positionierter Teile vor, die Wertschöpfung pro Teil ist relativ hoch.

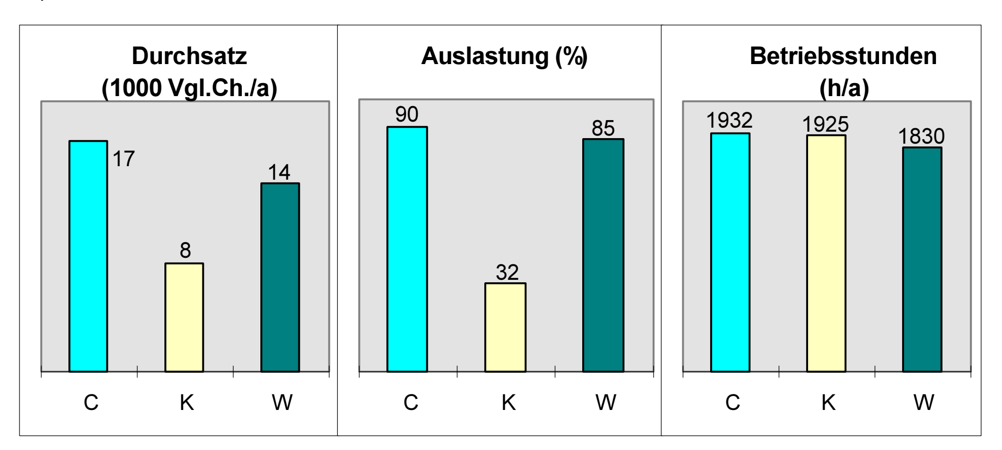
<u>Vergleichbarkeit der Reinigungsaufgaben:</u>

A) Teilespektrum:



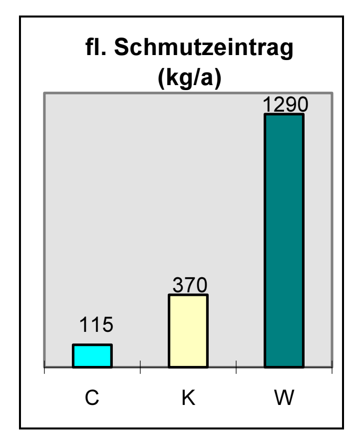
Das Teilespektrum der drei Anlagen ist recht unterschiedlich, der Schwerpunkt bei den Werkstoffen liegt bei Edelstahl, bei C3 und W3 sind Buntmetalle und Aluminium weitere häufige Werkstoffe, bei K3 nur Stahl. Die Mehrzahl der Teile besitzt eine einfache Geometrie, allerdings liegen jeweils ähnliche Problemteile vor, auf die die Reinigungsqualität der Anlagen ausgelegt ist. Bedingt durch dünne Bohrungen und die Art der Positionierung einzelner Teile sind die Anforderungen an die Teiletrocknung relativ hoch.

B) Durchsatz:



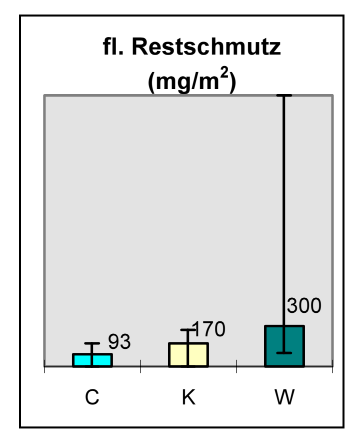
Alle drei Anlagen arbeiten im Einschicht-Betrieb, jeweils ca. 1900 Betriebsstunden im Jahr. Sie können beim ihrem gewählten Reinigungsprogramm maximal 9,6 (C3), 8,9 (W3) bzw. 13 (K3) Vergleichschargen pro Stunde reinigen. Allerdings wird die Anlage K3 real nur zu 32 % ausgelastet, sie ist also zu 2/3 der Arbeitszeit im Standby-Betrieb. Somit ergeben sich stark unterschiedliche Durchsätze für die Anlagen. Ein direkter Vergleich der Anlagen ist daher nicht sinnvoll.

C) Verschmutzung:



In allen drei Anlagen sind v.a. Öle und nur sehr wenig Späne abzureinigen. Bei W3 treten zusätzlich wassermischbare KSS auf, bei C3 und in geringen Umfang auch bei K3 werden Polierpasten eingetragen. Der durchschnittliche Schmutzeintrag pro Vergleischscharge ist stark unterschiedlich; er ist bei Anlage C3 eine Größenordnung geringer als bei K3 und W3. Durch die Positionierung einzelner Teile wird die Reinigung der Teile z.T. erschwert.

D) Reinheitsanforderungen



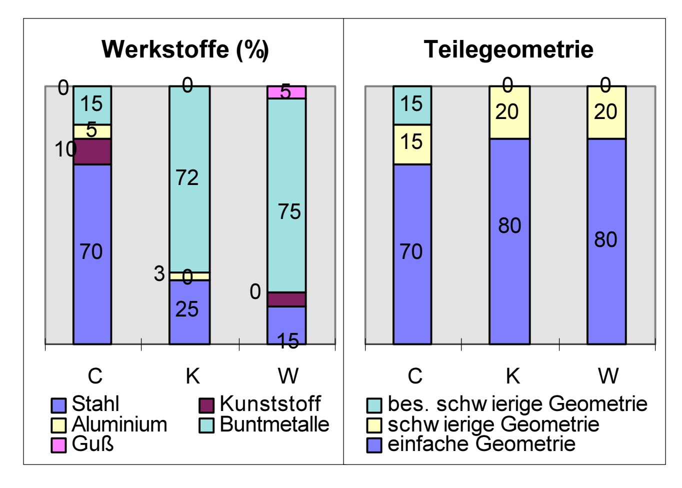
Die Reinheitsanforderungen der Anlagen sind unterschiedlich, sie liegen bei Anlage C3 höher als bei den anderen Anlagen. Die Restschmutzbestimmung zeigt z.T. stark streuende Werte. Eine sichere Bestimmung war methodenbedingt nicht möglich, da keine repräsentativen Stichproben genommen werden konnten.

B.1.1.1.4 Reinigungsaufgabenkategorie 4: Teile aus der Elektrobranche

In Tab. B-4 sind die Screening-Ergebnisse für Reinigungsaufgabenkategorie 4 dokumentiert. Gereinigt werden unterschiedliche Dreh- und Stanzteile aus den Bereichen Elektro-, Steuerungs- und Empfangstechnik.

Vergleichbarkeit der Reinigungsaufgaben:

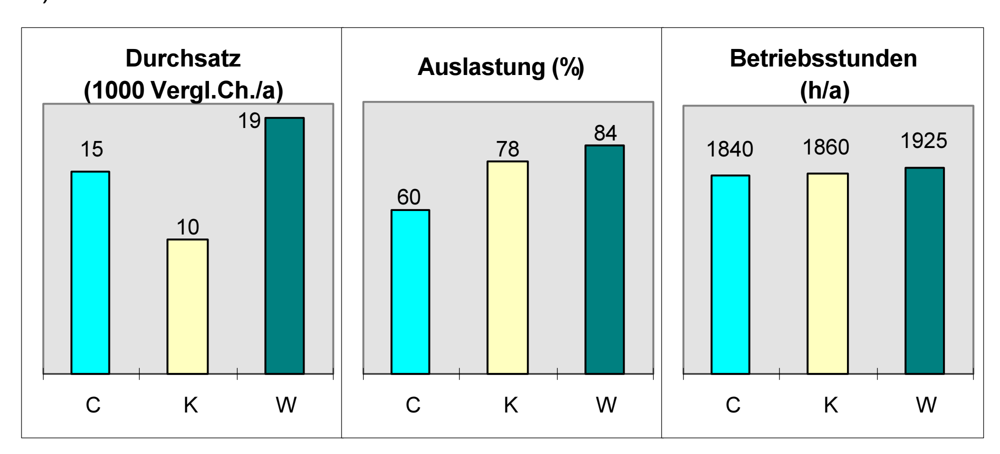
A) Teilespektrum:



Das Teilespektrum der drei Anlagen ist recht ähnlich. Als Werkstoffe treten v.a. Stahl und Buntmetalle in unterschiedlichen Anteilen auf. Daneben werden auch Teile aus Aluminium, Guß und Kunststoff gereinigt.

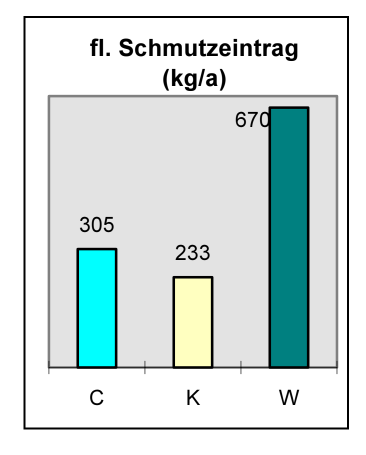
Die Teilegeometrie ist überwiegend einfach, bei Anlage C4 werden z.T. auch besonders schwierige Teile (Sacklöcher mit kleinem Durchmesser, Hinterschneidungen) gereinigt. Es handelt sich überwiegend um Schüttgut bzw. positionierte Teile, nur bei den Anlagen C4 und K4 wird ein geringer Anteil der Teile auch einzeln in Gestellen aufgesteckt.

B) Durchsatz:



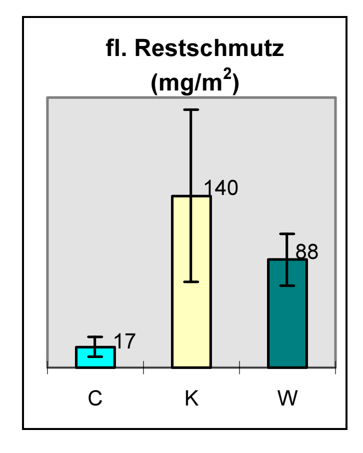
Die Anlage K4 ist im Vergleich zu den beiden anderen Anlagen deutlich kleiner dimensioniert (Faktor 2). Die drei Anlagen arbeiten jeweils einschichtig und erreichen Durchsätze zwischen 10.000 und 19.000 Vergleichschargen pro Jahr. Die Auslastung der Anlagen liegt zwischen 60 % (C4) und 84 % (W4).

C) Verschmutzung:



Die Teile bringen aus den vorhergehenden Arbeitsschritten (Drehen, Fräsen, Bohren, z.T. auch Tiefziehen, Stanzen und Rollieren) wassermischbare und nichtwassermischbare KSS in unterschiedlichen Anteilen mit. Bei W4 und in geringerem Maße auch bei C4 und K4 sind Späne abzureinigen. Die durchschnittliche Schmutzmenge pro Vergleichscharge ist sehr ähnlich. Die unterschiedlichen Schmutzeinträge sind durch die unterschiedlichen Durchsätze der Anlagen bedingt.

D) Reinheitsanforderungen



Die Anlagen zeigen bezüglich der Reinheitsanforderungen deutliche Unterschiede. Insbesondere Anlage K4 kann die hohen Reinheitsanforderungen der beiden Alternativen nicht ganz erreichen. Die Restschmutzbestimmungen spiegeln die deutlichen Unterschiede bei dieser Reinigungsaufgabenkategorie wider. Sie beruhen allerdings jeweils auf einer sehr kleinen Stichprobe (4 - 5 Messungen).

B.1.1.1.5 Anlage W5: großflächige Tiefzieh- und Stanzteile

Zur bilanzierten Anlage W5 konnten keine vergleichbaren Lösemittelanlagen gefunden werden. In Tab. B-5 sind die Screening-Ergebnisse für Anlage W5 dokumentiert.

Hier werden großflächige Tiefzieh- und Stanzteile aus dem Bereich Medizintechnik gereinigt. Ein hoher Anteil der Teile ist einzeln positioniert, so daß ein Kontakt zu anderen Teilen in der Regel verhindert wird.

Die Reinheitsanforderungen sind hoch. Eine repräsentative Bestimmung des Restschmutzes war methodenbedingt nicht möglich (zu große Teile). Das Volumen der Einzelchargen ist sehr groß. Da meist nur wenige großflächige Einzelteile gereinigt werden, ist das Chargengewicht sehr gering.

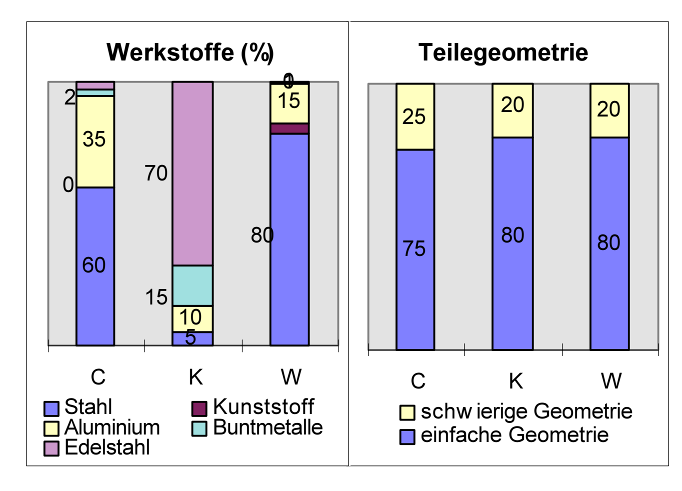
Da keine vergleichbaren C- und K-Anlagen gefunden wurden, konnte keine Reinigungsaufgabenkategorie gebildet werden.

B.1.1.1.6 Reinigungsaufgabenkategorie 6: Drehteile Automobilzulieferer

In Tab. B-6 sind die Screening-Ergebnisse für Reinigungsaufgabenkategorie 6 dokumentiert. In den Anlagen des Tripels 6 werden meist Drehteile und unterschiedliche Anteile an Stanz- und Sinterteilen gereinigt. Der überwiegende Teil der Werkstücke sind Zulieferteile für die Automobilindustrie.

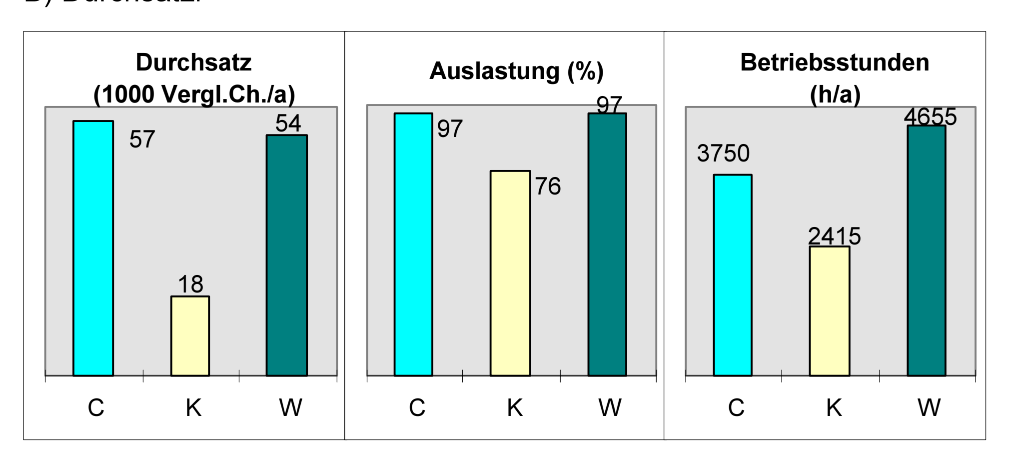
Vergleichbarkeit der Reinigungsaufgaben:

A) Teilespektrum:



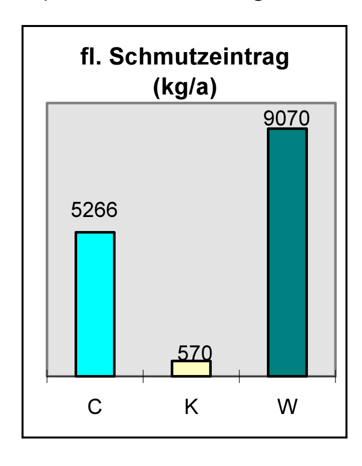
Das Teilespektrum der drei Anlagen ist sehr ähnlich. Bei den Werkstoffen dominieren Stahl und Edelstahl, daneben kommen jeweils noch Aluminium und z.T. auch Buntmetalle und Kunststoff vor. Der überwiegende Anteil ist Schüttgut bzw. in Reihen positionierte Teile (C6). Die Teilegeometrie ist größtenteils einfach, etwa ein Fünftel der Teile besitzt eine schwierige Geometrie (z.B. Bohrungen, Gewinde).

B) Durchsatz:



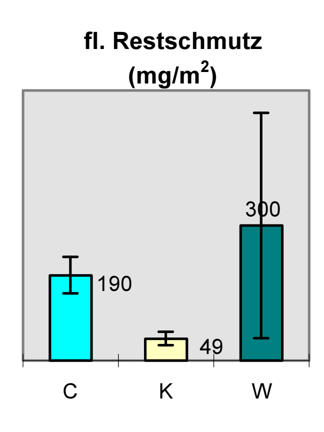
Die Anlagen werden aktuell stark unterschiedlich genutzt, während K6 nur ca. 1,2-schichtig betrieben wird, sind die Anlagen C6 und W6 2- bis 2,5-schichtig in Betrieb. Da die Anlagen für maximal 9,6 (K6), 12 (W6) und 15,6 (C6) Vergleichschargen pro Stunde ausgelegt sind, ergibt sich aus der kürzeren Arbeitszeit und der geringeren Auslastung ein deutlich geringerer Durchsatz für K6 (18.000 im Vergleich zu 57.000 und 54.000 Vergleichschargen pro Jahr bei C6 und W6). Die aktuellen Unterschiede im Durchsatz sind also sehr viel größer als das technische Potential der Anlagen es zuläßt.

C) Verschmutzung:



In allen drei Anlagen werden aus den Vorprozessen (Drehen, Fräsen, Bohren, z.T. auch Stanzen, Schleifen, Honen und Räumen) kommende wassermischbare und nicht wassermischbare KSS abgereinigt. Feste Verunreinigungen in Form von Spänen spielen eine untergeordnete Rolle. Der durchschnittliche Schmutzeintrag pro Vergleichscharge zeigt deutliche Unterschiede (C6: 93, K6: 33 und W6 169 g/Vergleichscharge). Die jährlich eingetragene Schmutzmenge ist auch aufgrund der stark unterschiedlichen Durchsätze aktuell sehr verschieden.

D) Reinheitsanforderungen



Die Reinheitsanforderungen sind bei den drei Anlagen sehr ähnlich. Es liegen keine quantitativen Vorgaben vor, die nachfolgenden Bearbeitungsschritte (Weiterbearbeitung bzw. Montage) sollen ermöglicht werden. Die Restschmutzbestimmung zeigt klare Unterschiede zwischen den Anlagen, die in etwa mit dem stark unterschiedlichen Schmutzeintrag korrelieren. Aufgrund der Konzeption der Anlagen ist zu erwarten, daß bei gleicher Beanspruchung ähnliche Restschmutzwerte erreicht werden.

B.1.1.1.7 Zusammenfassung

Der Nutzen von Reinigungsanlagen ist mehrdimensional. Die Reinigungsaufgaben unterscheiden sich insbesondere hinsichtlich des zu reinigenden Teilespektrums (Teilegeometrie, Werkstoffe, Dimension), des zu bewältigenden Durchsatzes (Teile- bzw. Chargendurchsatz, Arbeitszeit), der abzureinigenden Verschmutzung (Art und Menge) und der geforderten Reinigungsqualität (Restverschmutzung).

In der betrieblichen Praxis hat jede Reinigungsanwendung ihre eigenen Besonderheiten. Es war daher nicht möglich, Reinigungsaufgaben zu finden, die in allen genannten Nutzenparametern übereinstimmen. Die in den Reinigungsaufgabenkategorien RAK2, RAK3, RAK4 und RAK6 zusammengefaßten Reinigungsanlagen stellen einen Kompromiß dar zwischen den methodischen Anforderungen an die Vergleichbarkeit der Anlagen innerhalb einer Reinigungsaufgabenkategorie und den in der betrieblichen Realität auftretenden Unterschieden. Um den Einfluß der betrieblichen Randbedingungen zu eliminieren, wurden die erhobenen Daten (Originaldaten) in das in Kapitel A.1.1.3.1.2 beschriebene Simulationsmodell eingespeist. Dabei kann für alle Anlagen einer Reinigungsaufgabenkategorie ein einheitlicher Referenznutzen zu Grunde gelegt werden.

Mit Hilfe dieses Modells kann jeweils der Einfluß der Auslastung und der unterschiedlichen Aufwendungen für die Entsorgung des abgereinigten Schmutzes rechnerisch eliminiert werden. Für die Berücksichtigung der unterschiedlichen Dimensionierung der Anlagen wird ein linearer Zusammenhang der Stoff- und Energieflüsse mit dem maximalen Vergleichschargendurchsatz unterstellt.

Bei der Simulation können nicht alle Aspekte der Reinigungsaufgabe explizit erfaßt werden. So basiert die Annahme, daß die Referenzreinigungsaufgabe von den Alternativanlagen bezüglich der Reinigungsqualität technisch erfüllbar ist, auf einer Expertenabschätzung. Da in allen Fällen die einfachste Reinigungsaufgabe als Referenz herangezogen wurde, berücksichtigt der gewählte Ansatz insbesondere nicht, ob die Referenzreinigungsaufgabe durch die Alternativanlagen auch mit geringerem Aufwand (z.B. Destillationsleistung) erfüllt werden könnte. Die Input-/ Outputflüsse und somit die Umweltauswirkungen der Alternativanlagen werden daher eher leicht überzeichnet.

Tab. B-1: Screening für Tripel 1

Parameter	Einheit	Anlagenschlüssel C	K	W
Teileart		Teile und Baugruppen für Schalt-er und Sicherungsautomaten der Installationstechnik	Stanzteile, Verzahnungsteile, Bauteile für Druckübertragungsgeräte	Kleinteile für Röntgenröhren
Werkstoff		Stahl, Buntmetalle, Aluminium	Messing, Nirosta, Neusilber, Aluminium, Bronze	Stahl, Edelstahl, Reinsteisen, Kupfer, Nickel, Alum., Molybdän
Teiledimension ∅ L	mm mm	2 - 80 mm 10 - 100 mm	1 - 100 mm 2 - 120 mm	1 - 80 mm 1 - 100 mm
Teilgeometrie		50 % einfache Geometrie 50 % schwierige Geometrie (mit Gewinden Sacklöchern)	80 % einfache Geometrie, z.T. 20 % mit dünnen Bohrungen und Gewinden	50 % einfache Geometrie, 50 %. mit Gewinden, Hinter-schneidungen und Sacklöchern; ca. 20 % davon bes. schwierig)
Teilanordnung		Schüttgut	Schüttgut	Schüttgut
Bearbeitungsschritt(e) vor der Reinigung		Drehen, Fräsen, Pressen, Stanzen	Stanzen, Drehen, Bohren	Drehen, Fräsen, Bohren, Schleifen/Polieren
Verschmutzungsart		nwm. und wm. Kühlschmierstoffe, Späne	nwm. Kühlschmierstoffe,Stanz- und Schneidöle, Späne	Öle, nwm. Kühlschmierstoffe, Polierpaste, keine Späne
Masse abgerein. Schmutz fest: flüssig:	g/h, kg/a g/h, kg/a	30 g/h; 80 kg/a 850 g/h; 2.300 kg/a	6 g/h; 9,6 kg/a 42 g/h; 67 kg/a	n. b. 48 g/h; 100 kg/a
Reinheitsanforderungen		Folgeprozeß ermöglichen; zulässige Restverschmutzg. auf Referenzteilen: 0,01-0,1 mg/Teil	keine quant. Forderung; Folgeprozeß ermöglichen	Betriebs-Norm Zwischenreinig.: < 50 mg C/m^2
gemessener Restschmutz fest: (Stichproben) flüssig:	mg/Teil, mg/m² mg/Teil, mg/m²	n. b. 78 - 327 mg/m²	n. b. 1 ± 0,3 mg/Teil 708 ± 200 mg/m²	n. b. 0,6 ± 0,35 mg/Teil 100 ± 56 mg/m²

Durchsatz: **theoretisch** bei realem Reinigungsprogr., tägl. Arbeitszeit und durchschn. Beaufschlagung; in Klammern: Herstellerangabe	Chargen/h, kg/h, t/a	18 Ch./h, 900 kg/h, 2.430 t/a (max. 80 kg/Charge)	3,75 Ch./h, 62kg/h, 99 t/a (max. 5 Chargen/h, 150 kg/h)	9Ch./h, 90 kg/h, 189 t/a
Durchsatz: **praktisch**	Ch./h, kg/h, t/a	16 Ch./h, 800 kg/h, 2160 t/a	2,4 Ch./h, 39,6 kg/h, 63,4 t/a	3 Ch./h, 30 kg/h, 63 t/a
Auslastung: $^{\text{prakt. Durchs. * 100}}/_{\text{theor. Durchs.}}$	%	89 %	64 %	30 %
Betriebsmodus Betriebsstunden pro Jahr	h/d, d/a, h/a	2-schichtig 15 h/d, 230 d/a, 2.700 h/a	1-schichtig 6,8 h/d, 235 d/a, 1.600 h/a	1,5-schichtig 10 h/d, 210 d/a, 2.100 h/a
Behältergröße	m³	1,20 m³ (+1 Vorratsbeh.: 0,5 m³)	0,12 m³ (+1 Vorratsbeh.: 0,25 m³)	1 x 0,2 m³, 3 x ca. 0,26 m³
Bearbeitungsschritt(e) nach der Reinigung		Galvanik, Härten, Kleben, Löten, Schweißen	Montage, Lager, externe Galvanik	Galvanik, Beschichtung, Elektropolieren, Montage
Chargengewicht	kg	50 kg (2 kl. Körbe od. 1 großer K.)	16,5 kg (1 Korb)	10 kg (1 Korb)
Füllhöhe der Körbe	%	50 %	unterschiedlich	80 %
Korbgröße L x B x H	mm	740 x 370 x 136 / 740 x 370 x 256	530 x 320 x 200	530 x 320 x 200
Qualitätskontrolle (Analysenverf.)		Sichtkontrolle, Laborkontrollen nach interner Betriebsnorm	Sichtkontrolle	Sichtkontrolle, Laborkontrollen nach interner Betriebsnorm
Prozeßstufe		Zwischen- und Endreinigung	Zwischen- und Endreinigung	Zwischenreinigung
Korbart		Gitterkorb	Gitterkorb	Gitterkorb
Korbmaterial		Stahl	Stahl, Edelstahl	Stahl
Masse der Anlage	t	20 t	1,5 t	3,5 t
Größe der Anlage L x B x H ohne Rollenbahn und Abstellfläche	m	20,0 x 6,0 x 4,0	3,60 x 1,25 x 1,10	5,5 x 1,4 x 2,2
Badaufbereitung		kontinuierliche Destillation	diskontinuierliche Destillation, Kreislauffiltration	Ölabscheider, Verdampfer
Anmerkungen		Anlage ist sehr groß (Durchsatz, Abmessungen) .	Anlage ist sehr klein; die Teile sind z.T. stark verölt	

Tab. B-2: Screening für Reinigungsaufgabenkategorie 2:Sanitärarmaturen

Anlagenschlüssel Parameter		Einheit	C	K	W
Teileart			Armaturenteile, Drehteile	Armaturenteile, Drehteile	Armaturenteile, Drehteile
Werkstoff			Messing	Messing, Rotguß	Messing, Rotguß
Teiledimension	∅ L	mm mm	20 - 40 mm 1 - 50 mm, max.150 mm	50 mm 60 mm	50 mm 60 mm
Teilgeometrie			einfache bis komplexere Geometrie, z.T. mit Gewinden, Bohrungen, Sacklöchern, Hohlräumen	zylindrisch, einfache Geometrie, z.T. mit Gewinden und Hinterschneidungen	meist einfache Geometrie, z.T. mit Gewinden und Hinterschneidungen
Teilanordnung			Schüttgut	Schüttgut	Schüttgut
Bearbeitungsschritt(e) vor der Reinigung			Drehen, Fräsen, Bohren	Drehen, Fräsen	Drehen, Fräsen
Verschmutzungsart			nwm. und wm. Kühlschmierstoffe, Späne	nwm. Kühlschmierstoffe, Späne	nwm. Kühlschmierstoffe, Späne
Masse abgerein. Schmutz	fest: flüssig:	g/h, kg/a g/h, kg/a	6.600 g/h; 26.400 kg/a 2.562 g/h; 10.250 kg/a	5.700 g/h; 32.500 kg/a 1.481 g/h; 8.442 kg/a	5.700 g/h; 32.500 kg/a 1.496 g/h; 8.530 kg/a
Reinheitsanforderungen			keine quant. Forderung; trocken, spänefrei, keine Verfärbung beim Glühen	keine quant. Forderung; trocken, spänefrei, keine Verfärbung beim Glühen	keine quant. Forderung; keine Verfärbung beim Glühen
gemessener Restschmutz (Stichproben)	fest: flüssig:	mg/Teil, mg/m² mg/Teil, mg/m²	nicht nachgewiesen ca. 0,82 mg/Teil 240 ± 150 mg/m²	0,7 ± 0,5 mg/Teil; 180 ± 130 mg/m² 2,1 ± 1,9 mg/Teil 555 ± 500 mg/m²	0,66 ± 0,24 mg/Teil; 173 ± 30 mg/m² 2,9 ± 0,82 mg/Teil 770 ± 300 mg/m²

Durchsatz: **theoretisch** bei realem Reinigungsprogramm, tägl. Arbeitszeit und durchschn. Beaufschlagung; in Klammern: Herstellerangabe	Chargen/h, kg/h, t/a	10 Ch./h, 500 kg/h, 2.000 t/a (max. 600 kg/h)	8 Ch./h, 1056 kg/h, 6021 t/a	8 Ch./h, 1056 kg/h, 6021 t/a
Durchsatz: **praktisch**	Ch./h, kg/h, t/a	7,5 Ch./h, 375 kg/h, 1500 t/a	4,9 Ch./h, 647 kg/h, 3688 t/a	4,9 Ch./h, 647 kg/h, 3688 t/a
Auslastung: prakt. Durchs. * 100/theor. Durchs.	%	75 %	61 %	61 %
Betriebsmodus ; Betriebsstunden pro Jahr	h/d, d/a, h/a	2-schichtig 16 h/d, 250 d/a, 4.000 h/a	3-schichtig 24 h/d, 237,5 d/a, 5.700 h/a	3-schichtig 24 h/d, 237 d/a, 5.700 h/a
Behältergröße	m³	0,30 m³ (+2 Vorratsbeh.: 0,3 m³)	0,96 m³ (+2 Vorratsbeh.: 0,4 m³ und 0,8 m³)	1 x 2,70 m³, 1 x 2,70 m³, 1 x 2,85 m³ (+1 Zwischenbeh.: 3 m³)
Bearbeitungsschritt(e) nach der Reinigung		Montage, Lager, Glühen; z.T. Galvanik	Montage, Lager, Glühen	Montage, Lager, Glühen
Chargengewicht	kg	50 kg (2 Körbe)	132 kg (3 Körbe)	132 kg (3 Körbe)
Füllhöhe der Körbe	%	70 %	80 %	80 %
Korbgröße L x B x H	mm	530 x 320 x 200	480 x 370 x 260	480 x 370 x 260
Qualitätskontrolle (Analysenverf.)		Sichtkontrolle	Sichtkontrolle	Sichtkontrolle
Prozeßstufe		Zwischen- und Endreinigung	Endreinigung	Endreinigung
Korbart		Gitterkorb	Gitterkorb	Gitterkorb
Korbmaterial		n. b.	n. b.	n. b.
Masse der Anlage	t	6 t	7,5 t	6 t
Größe der Anlage L x B x H (ohne Rollenbahn und Abstellfl.)	m	4,75 x 3,00 x 3,40	4,30 x 2,35 x 2,80	6,86 x 4,76 x 2,90
Badaufbereitung		autom. Späneaustrag, Destillation	Destillation, autom. Späneaustrag	Filter, Ölabscheider, Separatoren
Anmerkungen			Beheizung der Behälter und der Destillationsanlage mit Erdgaskessel	

Tab. B-3: Screening für Reinigungsaufgabenkategorie 3: Medizintechnik

Parameter	Einheit (Anlagenschlüssel)	C	K	W
Teileart		Dreh-, Stanz- und Preßteile; med. Instrumente, Röhren mit kleinem Innendurchmesser	Stanz- und Drehteile; Scherblätter, med. Instrumente, Kleinteile	Drehteile, Stanzteile;med. Instrumente,Röhren mit kl. Innendurchmesser
Werkstoff		Edelstahl, Messing, Aluminium, Monel, Kunststoff	Stahl, Edelstahl	Edelstahl, Aluminium, Bronze, Al-Pb-Legierg., Messing, Neusilber
Teiledimension		Kleinteile / Großteile	Kleinteile / Großteile	
∅	mm	2 - 10 mm / 5 - 60 mm	2 - 10 mm / 5 - 30 mm	2 - 12 mm
L	mm	10 - 30 mm / 30 - 500 mm	5 - 30 mm / 30 - 320 mm	10 - 50 mm
Teilgeometrie		70 % einfache Geometrie 30 % mit Hinterschneidungen, Sacklöchern mit kl. Durchm., (davon 5 % bes. schwierig)	80 % einfache Geometrie 20 % bes. schwierig (mit dünnen Bohrungen, Gewinden, Sacklöchern)	50 % einfache Geometrie 50 % mit komplexen Bohrungen, Gewinden, Sacklöchern (davon 10 % bes. schwierig)
Teilanordnung		10 % Schüttgut 90 % positioniert	50 % Schüttgut 50 % positioniert	50 % Schüttgut 50 % positioniert (Kleinpaletten)
Bearbeitungsschritt(e) vor der Reinigung		Drehen, Fräsen, Pressen, Stanzen	Ölhärten, Stanzen, Drehen, Bohren	Drehen, Bohren, Fräsen, Pressen, Stanzen
Verschmutzungsart		Schneid- und Motorenöle, Polierpaste, wenig Späne	Härte- und Stanzöle, wenig Späne und Polierpaste	Öl, wm. Kühlschmierstoffe; wenig Späne
Masse abgerein. Schmutz fest: flüssig:	g/h, kg/a g/h, kg/a	3 g/h; 6 kg/a 60 g/h; 115 kg/a	3 g/h; 6 kg/a 190 g/h; 370 kg/a	5 g/h; 10 kg/a 700 g/h 1.290 kg/a
Reinheitsanforderungen		keine quant. Forderung, optisch sauber, Folgeprozeß ermöglichen	keine quant. Forderung, öl- und fleckenfrei	keine quant. Forderung, optisch sauber, spänefrei, trocken, keine Verfärbung beim Glühen
gemessener Restschmutz fest: (Stichproben) flüssig:	mg/Teil, mg/m² mg/Teil, mg/m²	nicht nachgewiesen 0,6 ± 0,4 mg/Teil; 93 ± 78 mg/m²	0,03 ± 0,03 mg/Teil, 32 ± 30 mg/m² 1,3 ± 1 mg/Teil; 170 ± 100 mg/m²	nicht nachgewiesen 0,6 mg/Teil (0,1 - 2 mg/Teil) 300 mg/m² (100 - 2.000 mg/m²)

Durchsatz: **theoretisch** bei realem Reinigungsprogr., tägl. Arbeitszeit und durchschn.Beaufschlagung; in Klammern: Herstellerangabe	Chargen/h, kg/h, t/a	5 Ch./h, 22 kg/h, 43 t/a (max. 300 kg/h bei 60 kg/Ch. und 5 Ch./h)	5 Ch./h, 88 kg/h, 168 t/a (max. 800 kg/h bei 100 kg/Ch. und 8 Ch./h)	3,4 Ch./h, 49 kg/h, 90 t/a (max. 600 kg/h bei 75 kg/Ch. und 8 Ch./h)
Durchsatz: **praktisch**	Chargen/h, kg/h, t/a	4,6 Ch./h, 19,8 kg/h, 38,2 t/a	1,6 Ch./h; 28 kg/h, 53,7 t/a	2,9 Ch./h; 42 kg/h, 77 t/a
Auslastung: $^{\text{prakt. Durchs. * 100}}/_{\text{theor. Durchs.}}$	%	90 %	32 %	85 %
Betriebsmodus Betriebsstunden pro Jahr	h/d, d/a, h/a	1-schichtig 8,4 h/d, 230 d/a, 1932 h/a	1-schichtig 8,75 h/d; 220 d/a, 1925 h/a	1-schichtig 8 h/d, 229 d/a, 1830 h/a
Behältergröße	m^3	0,225 m^3(+1 Vorratsbeh. 0,26 m^3)	0,3 m^3 (+1 Vorratsbeh. 0,38 m^3)	2x0,33 m^3; 1x0,1 m^3; 1x0,03 m^3
Bearbeitungsschritt(e) nach der Reinigung		Montage, Galvanik	Härten, Montage, Stanzen, Drehen, Bohren	Bohren, Drehen, Fräsen, selten: Montage
Chargengewicht	kg	4,3 kg (1 Korb)	17,6 kg (1 Korb)	14,5 kg (1 Korb)
Füllhöhe der Körbe	%	unterschiedlich	unterschiedlich	ca. 80 %
Korbgröße L x B x H	mm	320 x 320 x 400 (600)	630 x 410 x 320	620 x 450 x 300
Qualitätskontrolle (Analysenverf.)		Sichtkontrolle	Sichtkontrolle	Sichtkontrolle
Prozeßstufe		Zwischen- u. Endreinigung	Zwischen- u. Endreinigung	haupts. Zwischenreinigung
Korbart		Gestell und Gitterkörbe	Gestell und Gitterkörbe	Drahtkorb
Korbmaterial		Edelstahl	Edelstahl, verzinkter Stahl	Edelstahl
Masse der Anlage	t	2,8 t	3,1 t	1 t
Größe der Anlage L x B x H	m	3,03 x 1,35 x 2,76	4,70 x 1,60 x 2,00	2,30 x 2,20 x 2,12
Badaufbereitung		kontin. Destillation, Beutelfilter	kontin. Destillation, Beutelfilter	kontinuierliche Destillation, Filter
Anmerkungen		aufgrund der Positionierung der Teile werden die möglichen 60 kg pro Charge nicht genutzt	Anlage ist nur gering ausgelastet (32 %); Reinigen unter Vakuum	keine offenen Bäder; hoher Anteil Palettenoberfläche und Schmutz-eintrag aus Paletten; infolge schwankendem Schmutzeintrag schwankende Reinigungsqualität

Tab. B-4: Screening für Reinigungsaufgabenkategorie 4: Teile aus der Elektrobranche

Parameter	Einheit (Anlagenschlüssel)	C	K	W
Teileart		Dreh- u. Stanzteile für Elektro - und Pneumatiksteuerungen	Dreh- und Stanzteile für Elektro- u. Empfangstechnik	Drehteile für Elektrobereich
Werkstoff		70 % Stahl, 15 % Buntmetalle v.a. Messing 5 % Alu, 10 % Kunststoffe	70 % Messing 25 % Stahl 5 % Kupfer, Alumium	40 % Kupfer, 35 % Messing, 15 % Stahl, 5 % Gußeisen 5 % Kunststoff,
Teiledimension ∅ L	mm mm	2 - 200 mm 2 - 300 mm	2 - 60 mm 15 - 70 mm	4 - 80 mm bis 80 mm
Teilgeometrie		70 % einfache Geometrie 15 % schwierig 15 % bes. schwierig (Sacklöcher mit kl. Durchm., Hinterschneidungen)	80 % einfache Geometrie 20 % mit dünnen Bohrungen, Gewinde, Sacklöcher	überwiegend einfache Geometrie z.T. Bohrungen, Gewinde, Sacklöcher mit kleinem Durchmesser
Teilanordnung		40 % Schüttgut, 55 % positioniert 5 % einzeln aufgesteckt	35 % Schüttgut 60 % positioniert 5 % einzeln aufgesteckt	95 % Schüttgut 5 % positioniert
Bearbeitungsschritt(e) vor der Reinigung		Drehen, Bohren, Fräsen; Stanzen, Rollieren	Drehen, Fräsen, Bohren; Stanzen	Drehen, Fräsen, Bohren, Tiefziehen
Verschmutzungsart		insbes. Emulsionen, Öle, wenig Späne, Staub, Partikel	insbes. Schneidöl Späne, Stanzfette, Staub	wm.- und nwm. Kühlschmierstoffe, Späne
Masse abgerein. Schmutz fest: flüssig:	g/h, kg/a g/h, kg/a	22 g/h; 40 kg/a 166 g/h; 305 kg/a	40 g/h; 75 kg/a 125 g/h; 233 kg/a	582 g/h; 1.120 kg/a 348 g/h; 670 kg/a
Reinheitsanforderungen		fettfrei, spänefrei, für ausgewählte Teile: < 2 mg C/m²	fettfrei, keine quant. Forderung, Folgeprozeß ermöglichen	keine quant. Forderung, visuelle Prüfung, soll Folgeprozeß ermöglichen.
gemessener Restschmutz (Stichproben) fest: flüssig:	mg/Teil, mg/m² mg/Teil, mg/m²	0,024 ± 0,002 mg/Teil; 15 ± 4 mg/m² 0,034 ± 0,023 mg/Teil; 17 ± 8 mg/m²	0,10 ± 0,06 mg/Teil; 13 ± 5 mg/m² 1,0 ± 0,7 mg/Teil; 140 ± 70 mg/m²	0,25 ± 0,05 mg/Teil; 166 ± 144 mg/m² 0,54 ± 0,47 mg/Teil; 88 ± 21 mg/m²

Durchsatz: **theoretisch** bei realem Reinigungsprogr., tägl. Arbeitszeit und durchschn.Beaufschlagung; in Klammern: Herstellerangabe	Chargen/h, kg/h, t/a	7 Ch./h, 224 kg/h, 412 t/a (max. 8 Ch./h à 150 kg/Ch.)	7 Ch./h; 120 kg/h, 225 t/a (max. 10 Ch./h à 50 kg/Ch.)	5 Ch./h; 180 kg/h; 346,5 t/a (max. 12 Ch./h à 80 kg)
Durchsatz: **praktisch**	Ch./h, kg/h, t/a	4,2 Ch./h, 136 kg/h, 250 t/a	5,5 Ch./h, 95 kg/h, 177 t/a	4,2 Ch./h, 151 kg/h, 290 t/a
Auslastung: $^{\text{prakt. Durchs. * 100}}/_{\text{theor. Durchs.}}$	%	60 %	78 %	84 %
Betriebsmodus Betriebsstunden pro Jahr	h/d, d/a, h/a	einschichtig 8h/d; 230 d/a; 1840 h/a	einschichtig 7,6 h/d; 245 d/a; 1860 h/a	einschichtig 7,7 h/d; 250 d/a; 1925 h/a
Behältergröße	m³	0,30 m³ (+2 Vorratsbeh. 0,5 m³)	0,27 m³ (+1 Vorratsbeh. 0,8 m³)	6 x ca. 0,75 m³
Bearbeitungsschritt(e) nach der Reinigung		70 % Galvanik 25 % Weiterbearbeitung s.o. 5 % Montage, Versand	80 % Galvanik 15 % Weiterbearbeitung 5 % Montage, Lager	Schweißen, Bohren, Montage
Chargengewicht	kg	32 kg	17,4 kg	36 kg
Füllhöhe der Körbe	%	unterschiedlich	unterschiedlich	30 - 80 %
Korbgröße L x B x H	mm	470 x 320 x 110 (4 pro Charge) 470 x 320 x 210 (2 pro Charge)	470 x 320 x 110 (2 pro Charge) 470 x 320 x 210 (1 pro Charge)	480 x 320 x 250 (2 pro Charge)
Qualitätskontrolle (Analysenverf.)		Sichtkontrolle	Sichtkontrolle	Sichtkontrolle
Prozeßstufe		95 % Zwischen-, 5 % Endreinigung	95 % Zwischen-, 5 % Endreinigung	Zwischen-, Endreinigung
Korbart		Lochkisten	Lochkisten	Gitterkorb
Korbmaterial		verzinkter Stahl	verzinkter Stahl	Edelstahl
Masse der Anlage	t	12 t	k. A.	12 t
Größe der Anlage L x B x H	m	5,90 x 3,50 x 2,90	2,90 x 1,80 x 2,35	8,66 x 3,08 x 2,93
Badaufbereitung		kontinuierliche Destillation, Beutelfilter	kontinuierliche Destillation, Beutelfilter	Filtration, Ölabscheider, Destille, VE-Wasseranlage zur Spülbadpflege
Anmerkungen			Fluten ohne Ultraschall Spritzen	Frischwasser: Umkehrosmose

Tab. B-5: Screening für Anlage W5

Parameter	**Einheit** (**Anlagenschlüssel**)	**C**	**K**	**W**
Teileart				Tiefzieh- und Stanzteile;
Werkstoff				60 % Edelstahl, 30 % Aluminium, 5 % Titan, 5 % Messing,
Teiledimension ∅ L	mm mm			5 - 900 mm 5 - 500 mm
Teilgeometrie				80 % einfache Geometrie 20 % mittelschwere Geometrien (Bohrungen, Gewinde, Sacklöcher mit kleinem Durchmesser)
Teilanordnung				90 % positioniert 10 % Schüttgut
Bearbeitungsschritt(e) vor der Reinigung				Stanzen, Bohren, Tiefziehen, Polieren, Sandstrahlen
Verschmutzungsart				Öle, Fette, Polierpaste, Sand
Masse abgerein. Schmutz fest: flüssig:	g/h, kg/a g/h, kg/a			n.b. 135 g/h; 286 kg/a
Reinheitsanforderungen				keine quant. Norm, fleckenfrei, optisch sauber
gemessener Restschmutz fest: (Stichproben) flüssig:	mg/Teil, mg/m² mg/Teil, mg/m²			n.b. 1,8 ± 1,7 mg/Teil; 130 ± 90 mg/m²
Durchsatz: **theoretisch** bei realem Reinigungsprogr., tägl. Arbeitszeit und durchschn.Beaufschlagung; in Klammern: Herstellerangabe	Chargen/h, kg/h, t/a			10 Ch./h, 58 kg/h, 122,7 t/a (max. 13 Ch./h à 200 kg)

Durchsatz: **praktisch**	Chargen/h, kg/h, t/a			9 Ch./h; 53 kg/h; 112 t/a
Auslastung: $^{\text{prakt. Durchs. * 100}}/_{\text{theor. Durchs.}}$	%			90 %
Betriebsmodus Betriebsstunden pro Jahr	h/d, d/a, h/a			einschichtig 9 h/d; 235 d/a; 2115 h/a
Behältergröße	m³			5 x ca. 1,1 m³
Bearbeitungsschritt(e) nach der Reinigung				Montage, Lager, Weiterbearbeitung (siehe oben)
Chargengewicht	kg			5,8 kg (1 Korb)
Füllhöhe der Körbe	%			unterschiedlich
Korbgröße L x B x H	mm			800 x 500 x 650
Qualitätskontrolle (Analysenverf.)				Sichtkontrolle
Prozeßstufe				Zwischen-, Endreinigung
Korbart				Gestelle zur Positionierung
Korbmaterial				Edelstahl
Masse der Anlage	t			12 t
Größe der Anlage L x B x H ohne Rollenbahn und Abstellfläche	m			12,4 x 2,5 x 3,8
Badaufbereitung				Filtration, Ölabscheider, Destille, VE-Wasseranlage zur Spülbadpflege
Anmerkungen				sehr große Chargen mit i.d.R. wenigen einzeln positionierten Teilen, geringes Chargengewicht

Tab. B-6: Screening für Reinigungsaufgabenkategorie 6: Drehteile Automobilzulieferer

Parameter	Einheit / Anlagenschlüssel	C	K	W
Teileart		90 % Drehteile 10 % Sinterteile	90 % Drehteile, 10 % kubischeTeile	70 % Drehteile 30 % Stanzteile
Werkstoff		60 % Stahl, 35 % Alu, 5 % Edelstahl und Buntmetalle	70 % Edelstahl, 10 % Alu, 15 % Messing, 5 % Stahl	80 % Stahl, 15 % Aluminium, 4 % Kunststoff, 1 % Messing
Teiledimension ∅ L	mm mm	10 - 200 mm 5 - 80 mm	8 - 125 mm 4 - 155 mm	5 - 38 mm 3 - 80 mm
Teilgeometrie		75 % einfache Geometrie 25 % Problemgeometrien: dünne Bohrungen, Sacklöcher, Gewinde	überwiegend einfache Geometrie, z.T. mit Bohrungen, Gewinde, Fräsungen, Sacklöchern	überwiegend einfache Geometrie z.T. kleine Bohrungen, Gewinde, Sacklöcher
Teilanordnung		30 % Schüttgut 60 % positionierte Teile 10 % in Kassetten separiert	90 % Schüttgut 10 % positioniert	95 % Schüttgut 5 % fixiert
Bearbeitungsschritt(e) vor der Reinigung		80 % Drehen, Fräsen, Bohr., Stanz. 20 % Schleifen, Honen, Räumen	Drehen, Fräsen, Bohren	Drehen, Fräsen, Bohren, Stanzen
Verschmutzungsart		60 % Emulsionen (wm. KSS) 40 % Schneidöle (nwm. KSS) wenig Späne und Polierpaste	Öl (nwm. KSS) Emulsionen (wm. KSS) Späne	wm.- und nwm. Kühlschmierstoffe, Späne
Masse abgerein. Schmutz fest: flüssig:	g/h, kg/a g/h, kg/a	13,3 g/h, 50 kg/a 1404 g/h, 5266 kg/a	13,2 g/h, 32 kg/a 236 g/h, 570 kg/a	232 g/h; 1.080 kg/a 1948 g/h; 9070 kg/a
Reinheitsanforderungen		keine quantitative Norm Ziel: trocken, spänefrei, Stahlteile mit Korrosionsschutz	keine quantitative Norm, Folge-prozeß ermöglichen, optisch sauber, z.T. Korrosionsschutz	keine quantitative Norm, Folgeprozeß ermöglichen, Stahlteile mit Korrosionsschutz
gemessener Restschmutz fest: (Stichproben) flüssig:	mg/Teil, mg/m² mg/Teil, mg/m²	0,17 ± 0,11 mg/Teil 33 ± 25 mg/m² 1,3 ± 0,1 mg/Teil 190 ± 40 mg/m²	0,03 ± 0,005 mg/Teil; 12 ± 2 mg/m² 0,1 ± 0,04 mg/Teil; 49 ± 15 mg/m²	0,03 ± 0,03 mg/Teil; 50 ± 48 mg/m² 2,7 ± 2,6 mg/Teil; 300 ± 250 mg/m²

Durchsatz: **theoretisch** bei realem Reinigungsprogr., tägl. Arbeitszeit und durchschn. Beaufschlagung; in Klammern: Herstellerangabe	Chargen/h, kg/h, t/a	7,5 Ch./h; 375 kg/h; 1410 t/a (max. 15 Ch./h à 100 kg)	4,5 Ch./h; 108 kg/h; 260,8 t/a (max. 4 Ch./h à 100 kg)	6 Ch./h; 870 kg/h; 4050 t/a (max. 6 Ch./h à 100 kg)
Durchsatz: **praktisch**	Charg./h, kg/h, t/a	7,3 Ch./h; 365 kg/h; 1370 t/a	3,4 Ch./h; 81,6 kg/h; 198,7 t/a	5,8 Ch./h; 840 kg/h; 3910 t/a
Auslastung: prakt. Durchs. * 100/theor. Durchs.	%	97 %	76 %	97 %
Betriebsmodus Betriebsstunden pro Jahr	h/d, d/a, h/a	2-schichtig 14,8 h/d; 253 d/a; 3750 h/a	1,2-schichtig 10,5 h/d; 230 d/a; 2415 h/a	2-schichtig, 49 Wochen/a 19 h/d; 245 d/a; 4655 h/a
Behältergröße	m³	0,30 m³ (+ 3 Vorratsbeh. 0,35 m³)	0,40 m³ (+ 2 Vorratsbeh. 0,40 m³)	5 x ca. 0,92 m³
Bearbeitungsschritt(e) nach der Reinigung		70 % Automatenbearbeitung 30 % Montage, Versand	Montage, Lager, Bohren, Fräsen	Montage, Pulverbeschichten, Härten, Schleifen, Fräsen
Chargengewicht	kg	50 kg (2 - 4 Körbe)	24 kg (2 Körbe)	145 kg (4 Körbe)
Füllhöhe der Körbe	%	unterschiedlich	70 %	50 - 90 %
Korbgröße L x B x H	mm	520 x 320 x 100 bzw. 200	530 x 320 x 200	420 x 330 x 116
Prozeßstufe		70 % Zwischen-,30 % Endreinigung	Zwischen- und Endreinigung	Zwischen- und Endreinigung
Korbart		Lochkisten	Gestell und Lochkisten	Lochkisten und Gitterkörbe
Korbmaterial		Stahl, verzinkt	Stahl, z.T. kunststoffbeschichtet	Stahl, vernickelt
Masse der Anlage	t	5 t (zzgl. 0,9 t Beschickung) 2,2 t (LM.-Rückgew.-Anlage)	4 t (zzgl. 0,6 t Beschickung)	7,5 t
Größe der Anlage L x B x H (ohne Rollenbahn und Abstellfläche)	m	3,97 x 2,41 x 3,66 3,10 x 1,30 x 3,00 (LM.-RA.)	5,20 x 1,50 x 2,15	7,00 x 2,20 x 4,00
Badaufbereitung		kontin. Destillation, Beutelfilter	kontin. Destillation, Beutelfilter	Filter, Ölabscheider, Separator, Mikrofiltration
Anmerkungen		separate Lösemittelrückgewinnungsanlage mit Aktivkohlebett, Regeneration der Aktivkohle mittels Wasserdampf	Die Abluft aus den Vakuumpumpen wird über Aktivkohle gereinigt.	große offene Bäder, hohe Abwärmeverluste mit der Abluft; Anlage wurde vom Betreiber erweitert und wird mit extrem hohem Chargengewicht gefahren.

B.1.1.1.8 Repräsentativität der untersuchten Reinigungsaufgabenkategorien für die Branche der industriellen Teilereinigung

Die untersuchten Reinigungsaufgabenkategorien beschränken sich auf den Bereich der industriellen Teilereinigung, der in der Praxis alternativ durch alle drei Verfahren geleistet werden kann. Damit ist festgelegt, den Technologierahmen nur auf die Tauchreinigung zu beziehen, wovon wiederum 60-70 % der Einsatzfälle Alternativen darstellen. Die kleine Stichprobe von vier Gruppen vergleichbarer Reinigungsaufgaben kann diesen großen Teilbereich nicht repräsentativ abbilden.

Allerdings handelt es sich um typische Beispiele, wie sie in der Praxis sehr häufig anzutreffen sind. Die untersuchten Anlagenbeispiele sind i.d.R. zentrale Reinigungsanlagen, die Werkstücke aus verschiedenen Fertigungslinien, vor bzw. nach unterschiedlichen Bearbeitungsschritten reinigen.

Die Auswahl der Anlagenbeispiele erfolgte branchenbezogen, allerdings war die Charakteristik der einzelnen Werkstücke an den meisten Anlagen nicht zwingend einer bestimmten Branche zuordenbar.

Mit den gewählten Beispielen wurde ein relativ breites Spektrum von Reinigungsaufgaben erfaßt:

- Das zu reinigende Teilespektrum der einzelnen Reinigungsaufgabenkategorien unterschied sich sowohl in der Vielfalt der Einzelteile als auch in den durchschnittlichen Ausprägung der Eigenschaften Geometrie, Werkstoffe etc.
- Der Durchsatz der betrachteten Anlagen variierte von 8.000 bis 122.000 Vergleichschargen pro Jahr. Es wurden ein- bis dreischichtig betriebene Anlagen erfaßt.
- Der Parameter Verschmutzung war jeweils durch eine Mehrzahl von Bearbeitungsschritten vor der Reinigung bestimmt. Somit ergaben sich zwischen den einzelnen Reinigungsaufgabenkategorien im Mittel keine extremen Unterschiede in Art und Menge des Schmutzeintrages.
- Die Reinheitsanforderungen der einzelnen Anlagen konnten i.d.R. nicht quantitativ beschrieben werden. Die mittleren Reinheitsanforderungen der einzelnen Reinigungsaufgabenkategorien zeigen deutliche Unterschiede. Es wurden allerdings keine extrem hohen Reinheitsanforderungen (Feinstreinigung) und keine einfache Zwischenreinigung (Grobreinigung) erfaßt.

Vergleichende Aussagen beschränken sich im Rahmen des Projektes auf die jeweils untersuchten Reinigungsaufgabenkategorien. Aussagen zur Optimierung der Anlagentechnik und der Betriebsführung sind für einen weiter gefaßten Anwendungsbereich möglich und übertragbar.

B.1.1.2 Prozeßstrukturierungen

In diesem Kapitel sind die Prozeßstrukturierungen für alle bilanzierten Anlagen, geordnet nach Reinigungsaufgabenkategorien, aufgezeigt.

Die Gliederung des Gesamtbilanzraumes ist in Kapitel A.1.1.4.1 dargelegt. In den folgenden Abbildungen ist der Teilbilanzraum Technisches Verfahren durch den dicken schwarzen Rahmen gekennzeichnet. Dieser Rahmen entspricht körperlich zumeist der untersuchten Anlage einschließlich ihrer Peripherie. Es werden nur diejenigen I/O-Ströme, die durch einen schwarzen Pfeil mit den Vor-/ Nachketten verknüpft sind, entsprechend den Aussagen in den Kapiteln A.1.1.4.2 und A.1.1.4.3 bis zur ihrer Quelle bzw. Senke in der Umwelt verfolgt. Der Einfluß der Herstellung der Reinigungsanlage wurde mit Hilfe einer energetischen Signifikanzanalyse abgeschätzt und aufgrund des geringen Beitrags zum Gesamtergebnis nicht weiter betrachtet, die Entsorgung ebenfalls (s. Kapitel B.1.6) nicht.

Die Verunreinigungen auf dem Reinigungsgut, die verbleibende Restverunreinigung sowie das Reinigungsgut selbst werden jeweils nicht in die Bilanzierung einbezogen. An den Anlagen genutztes Wasser hat seine Systemgrenze unmittelbar an der Teilbilanzraumgrenze des Technischen Verfahrens. Gleiches gilt für die Emissionen unmittelbar vor Ort, wie Geruch, Lärm, Abwärme und Lösemittelaustrag. Die folgenden Abbildungen zeigen, wie der in den Anlagen ablaufende Reinigungsprozeß jeweils modular untergliedert wurde.

B.1.1.2.1 Tripel 1: Kleinteile

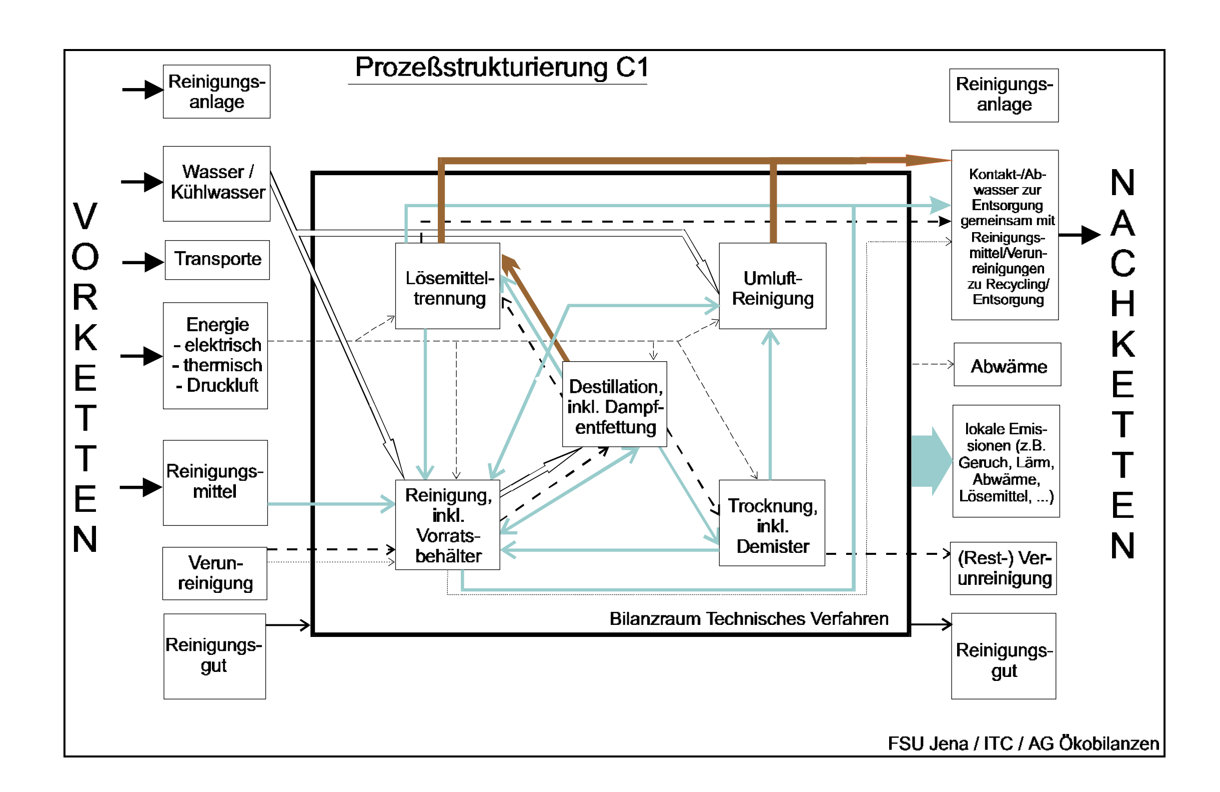


Abb. B-1: Prozeßstrukturierung der Anlage C1

Besonderheiten der Anlage C1:

Die Anlage C1 ist als Tandem-Anlage ausgeführt, d.h. in der ersten Kammer erfolgt die Reinigung, während in der zweiten Kammer parallel dazu getrocknet werden kann. Die Anlage wird untergliedert in die Module *Reinigung*, *Destillation inkl. Dampfentfetten*, *Trocknung* (Vakuumtrocknung), *Umluftreinigung* und *Lösemitteltrennung*.

Bei dieser Anlage erfolgt zusätzlich zur kontinuierlichen Destillation des Lösemittels in der internen Destillationsanlage eine diskontinuierliche Lösemitteltrennung. Das im Rückstand der anlageninternen Destillationsanlage verbleibende Lösemittel wird in der beigestellten Destillationsanlage zu einem großen Teil wieder zurückgewonnen.

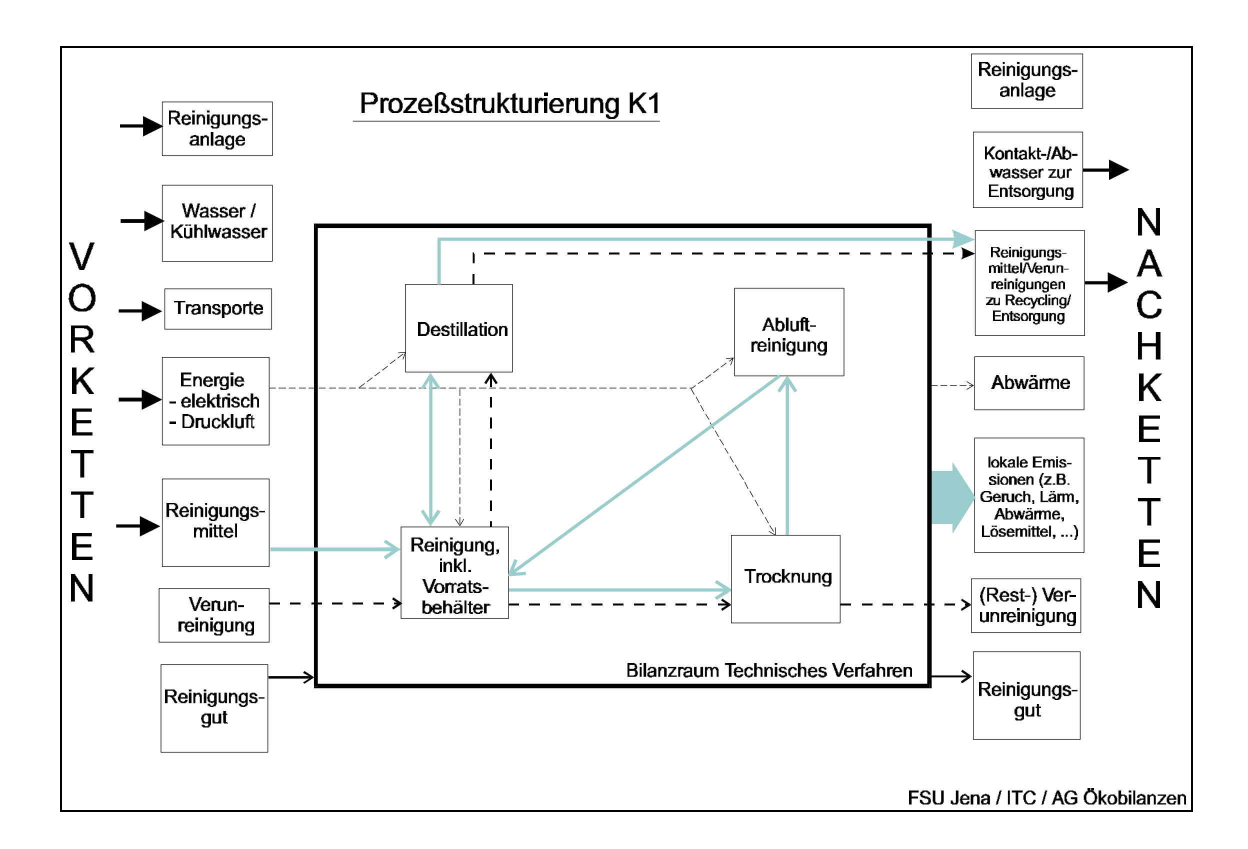


Abb. B-2: Prozeßstrukturierung der Anlage K1

Besonderheiten der Anlage K1:

Die Anlage K1 wird untergliedert in die Module *Reinigung*, *Destillation*, *Trocknung* und *Abluftreinigung.*

Anlage K1 ist eine Einkammer-Anlage, die Reinigung wird mit Ultraschall unterstützt. Anschließend erfolgt eine Vakuumtrocknung. Es ist die einzige der untersuchten Lösemittelanlagen, bei der das Lösungsmittel nicht über eine kontinuierliche Destillation aufbereitet wird.

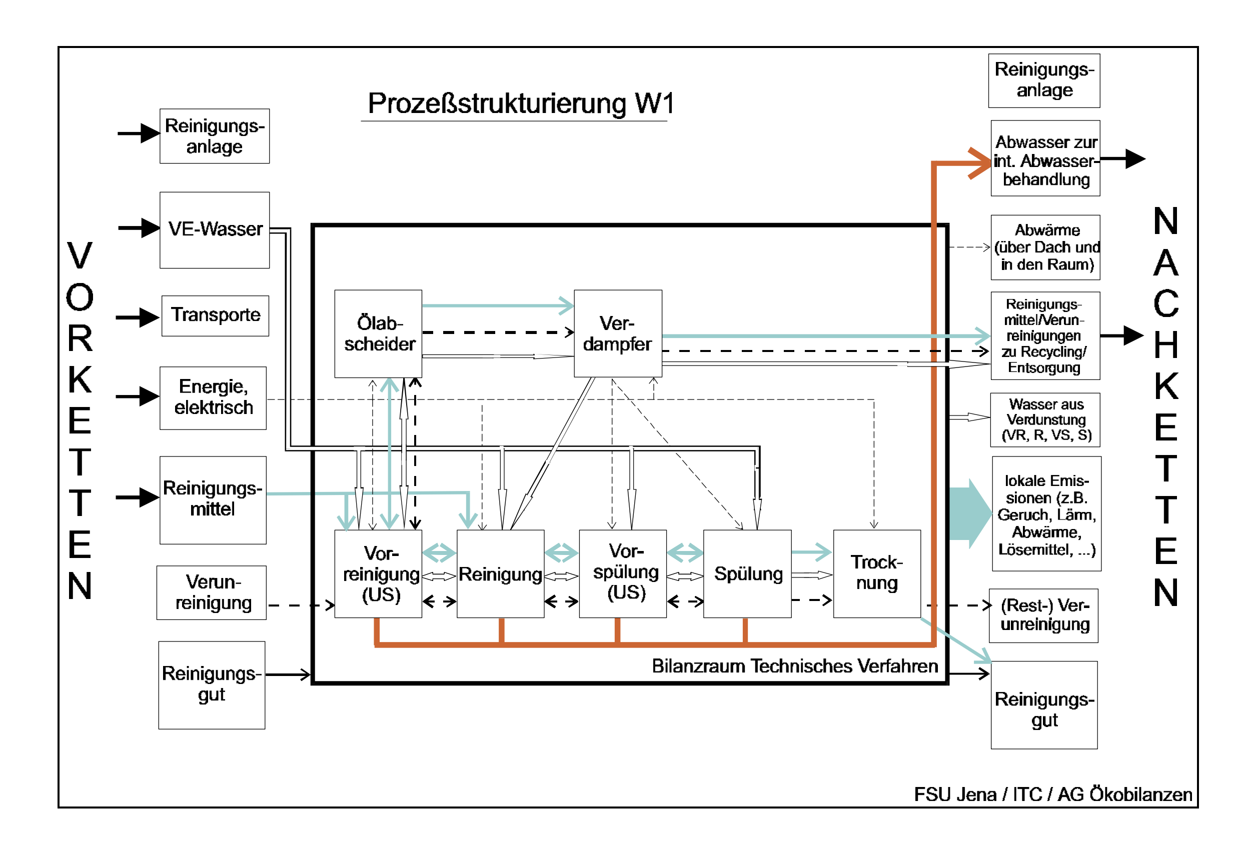


Abb. B-3: Prozeßstrukturierung der Anlage W1

Besonderheiten der Anlage W1:

Die Anlage W1 wird untergliedert in die Module *Vorreinigung*, *Reinigung*, *Vorspülung*, *Spülung*, *Trocknung*, *Verdampfer* und *Ölabscheider*.

Die Anlage besteht aus zwei Reinigungs- und zwei Spülbädern, wovon jeweils eines mit Ultraschall ausgestattet ist. Die Trocknung erfolgt als Umlufttrocknung. Zur Badaufbereitung wird ein Ölabscheider und eine Destillationsanlage (Verdampfer) eingesetzt.

B.1.1.2.2 Reinigungsaufgabenkategorie 2: Armaturenteile

Besonderheiten der Anlage C2:

Die Anlage C2 wird untergliedert in die Module *Reinigung*, *Destillation*, *Dampfentfettung*, *Trocknung* und *Abluftreinigung*.

Die Anlage wird zur Zwischen- und Endreinigung mit Perchlorethylen als Lösemittel eingesetzt. Das Verfahren beinhaltet die Prozeßschritte Tauchen mit Ultraschallunterstützung, Dampfentfettung und Trocknung. Zusätzlich zur kontinuierlichen internen Destillation erfolgt eine externe Lösemitteltrennung. Die Anlage wurde gemäß 2. BImSchV nachgerüstet (Abluftreinigung).

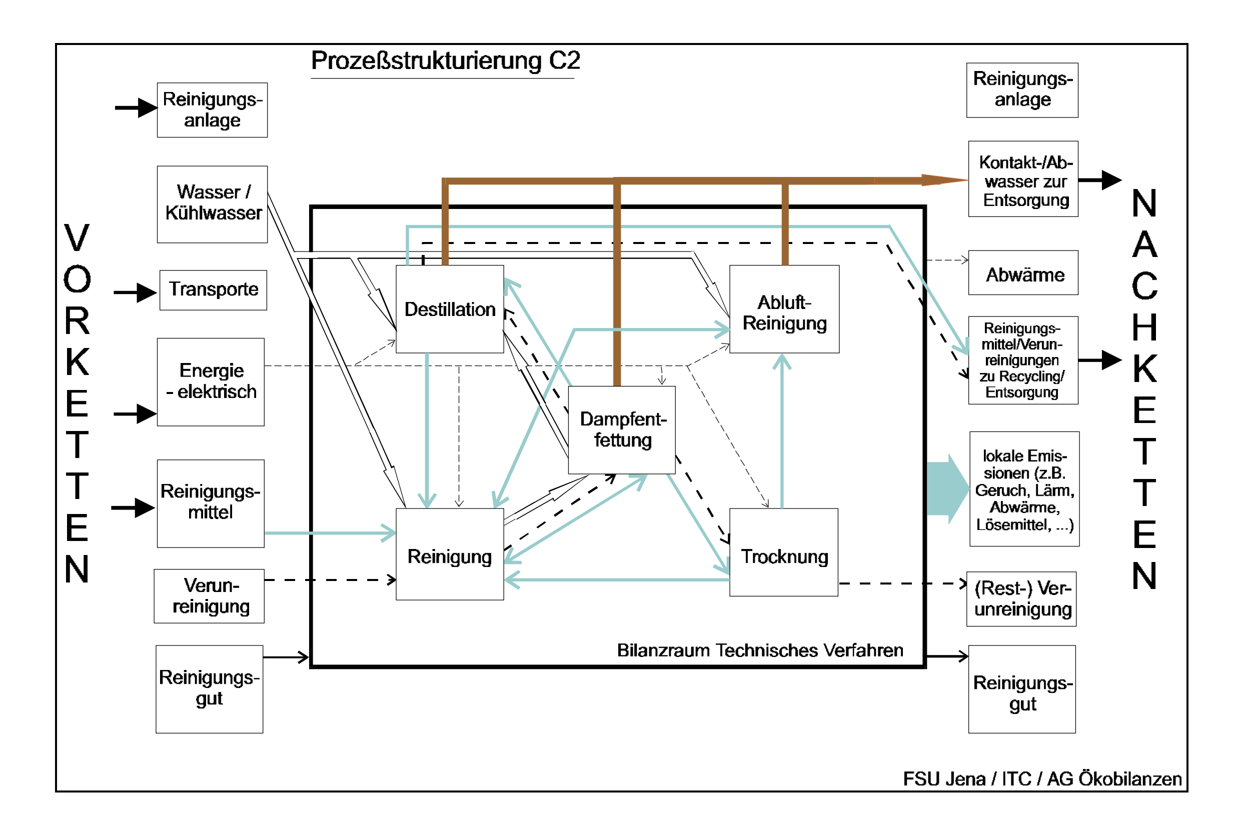


Abb. B-4: Prozeßstrukturierung der Anlage C2

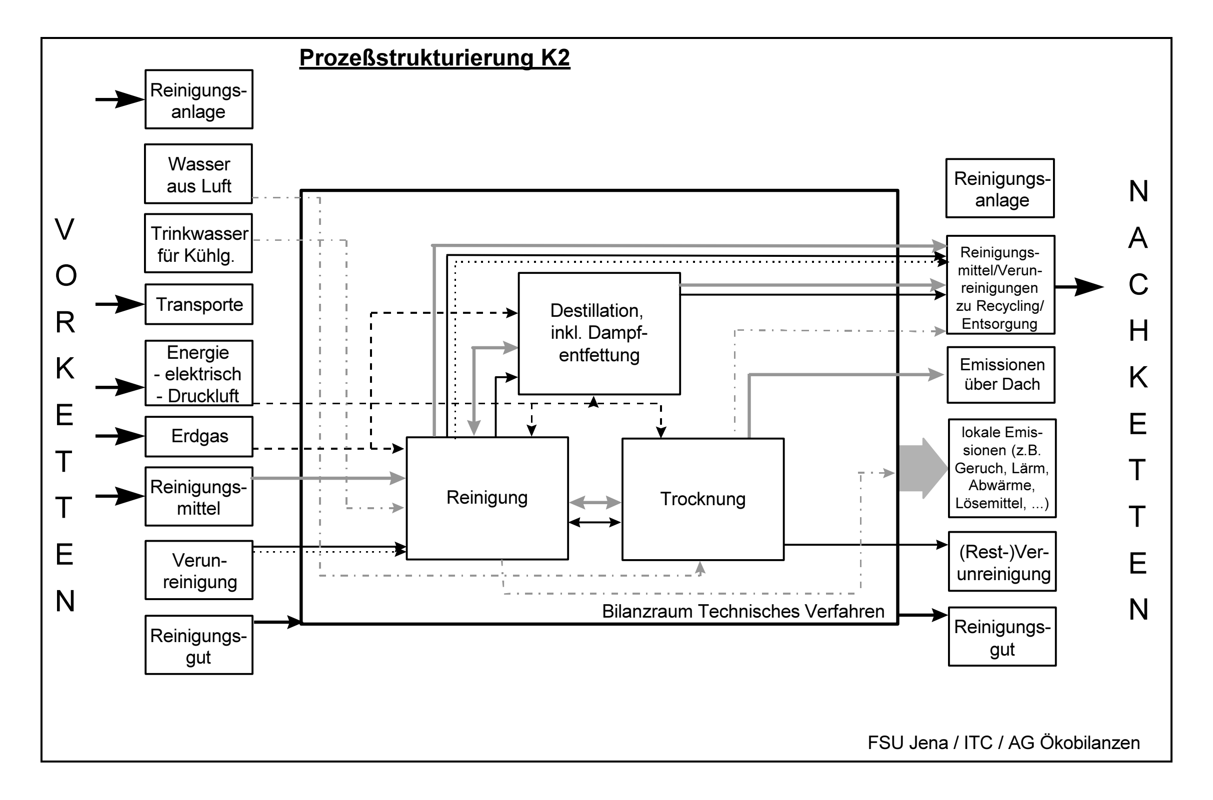


Abb. B-5: Prozeßstrukturierung der Anlage K2

Besonderheiten der Anlage K2:

Die Anlage K2 wird untergliedert in die Module *Reinigung*, *Destillation inkl. Dampfentfettung* und *Trocknung*.

Es handelt sich um eine Einkammer-Anlage in doppelter Ausführung. Dem Tauchen mit bzw. ohne Ultraschallunterstützung folgt ein Abspritzen und die Vakuumtrocknung. Der Späneaustrag erfolgt automatisch.

Die Besonderheit dieser Anlage ist eine Beheizung der Behälter und der Destillationsanlage mit Gas über einen Dampferzeuger.

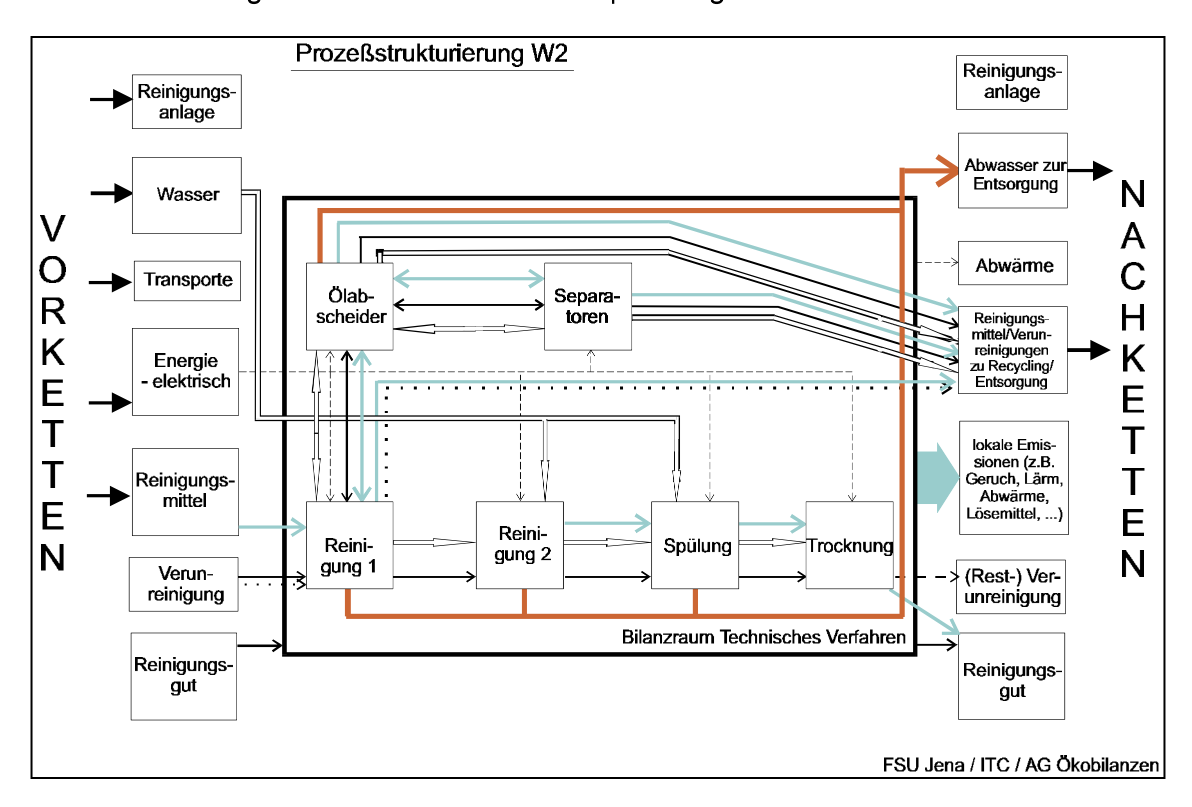


Abb. B-6: Prozeßstrukturierung der Anlage W2

Besonderheiten der Anlage W2:

Die Anlage W2 wird untergliedert in die Module *Reinigung 1*, *Reinigung 2*, *Spülung*, *Trocknung*, *Separatoren* und *Ölabscheider*.

Die Anlage besteht aus zwei Reinigungsbädern mit Druckumfluten und einem Spülbad. Die Trocknung erfolgt als Umlufttrocknung in einem Trockenkanal, in dem mehrere Chargen parallel getrocknet werden können. Die Badpflege erfolgt durch einen Ölabscheider und Separatoren, die im Kreislauf mit dem ersten Reinigungsbad stehen. Der Betrieb der Separatoren erfolgt diskontinuierlich.

B.1.1.2.3 Reinigungsaufgabenkategorie 3: Medizintechnik

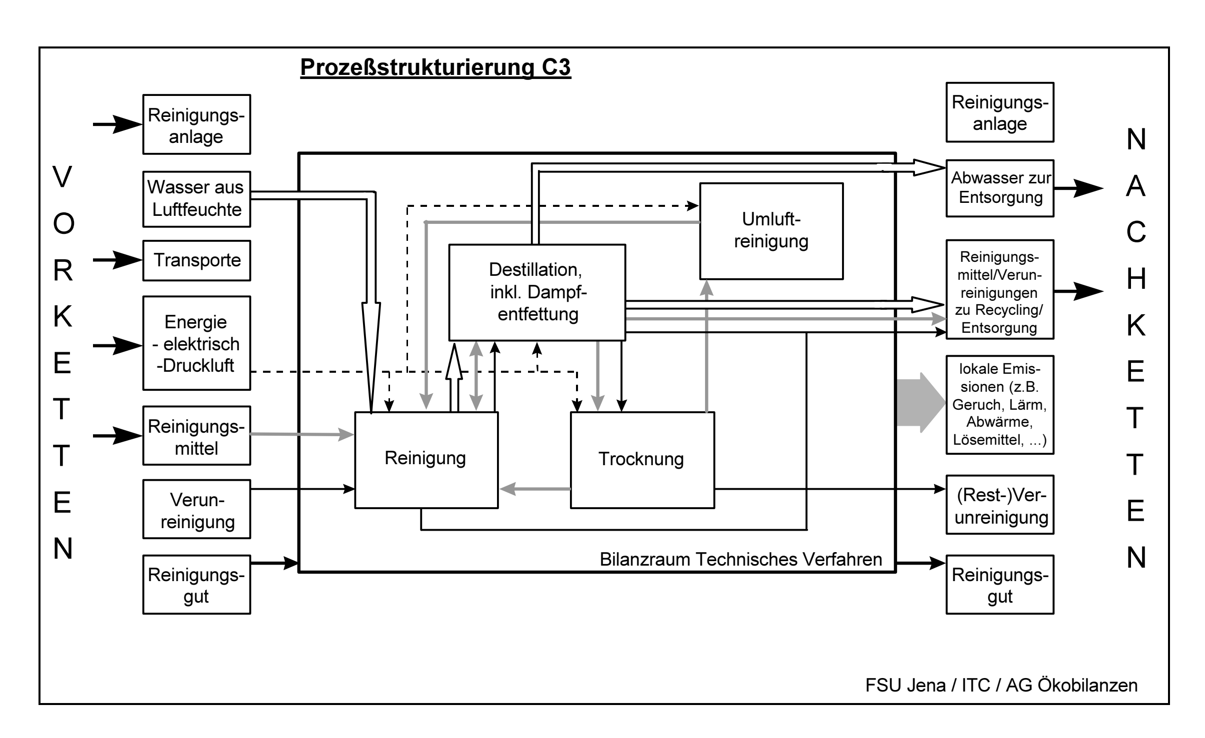


Abb. B-7: Prozeßstrukturierung der Anlage C3

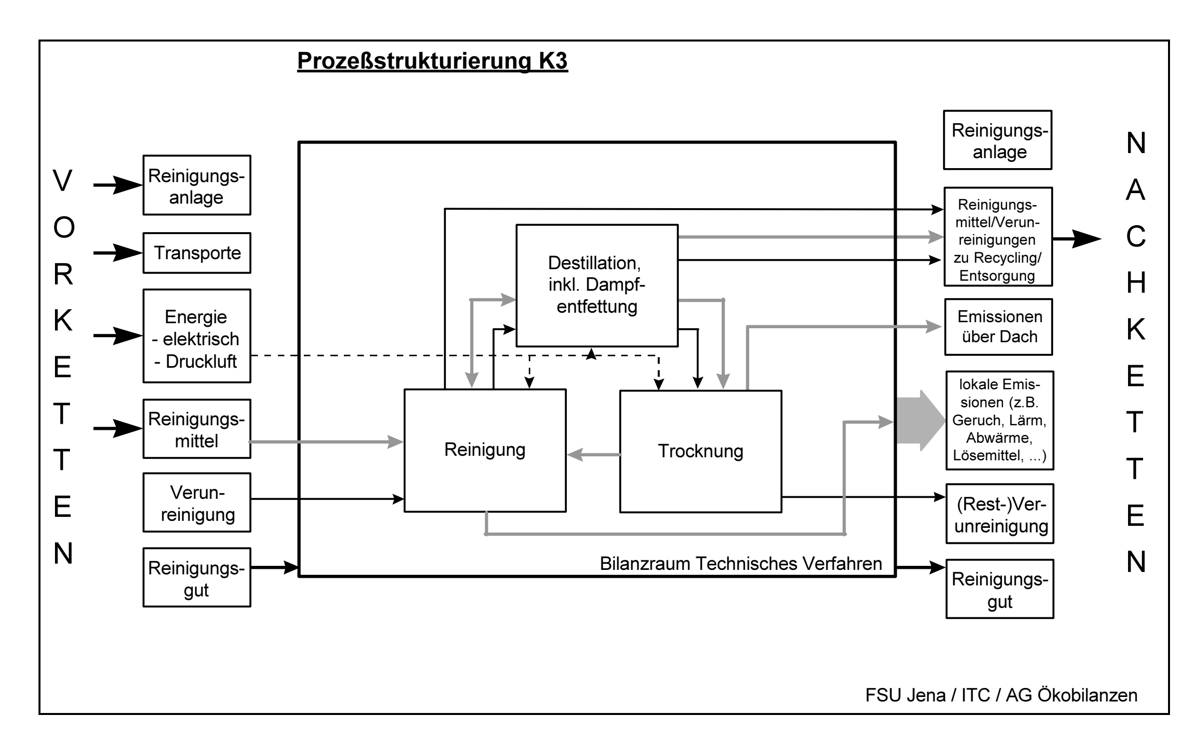


Abb. B-8: Prozeßstrukturierung der Anlage K3

Besonderheiten der Anlage C3:

Die Anlage C3 ist wird untergliedert in die Module *Reinigung*, *Destillation inkl. Dampfentfettung*, *Trocknung* (Vakuumtrocknung) und *Umluftreinigung*.

Die Reinigung erfolgt mit Hilfe von Ultraschall und Dampfentfettung, getrocknet wird mit Vakuumtechnik.

Besonderheiten der Anlage K3:

Die Anlage K3 wird untergliedert in die Module *Reinigung*, *Destillation inkl. Dampfentfettung* und *Trocknung* (Vakuumtrocknung).

Die Reinigung erfolgt mit Hilfe von Ultraschall bei Unterdruck. Nach dem Dampfentfetten wird unter Vakuum getrocknet.

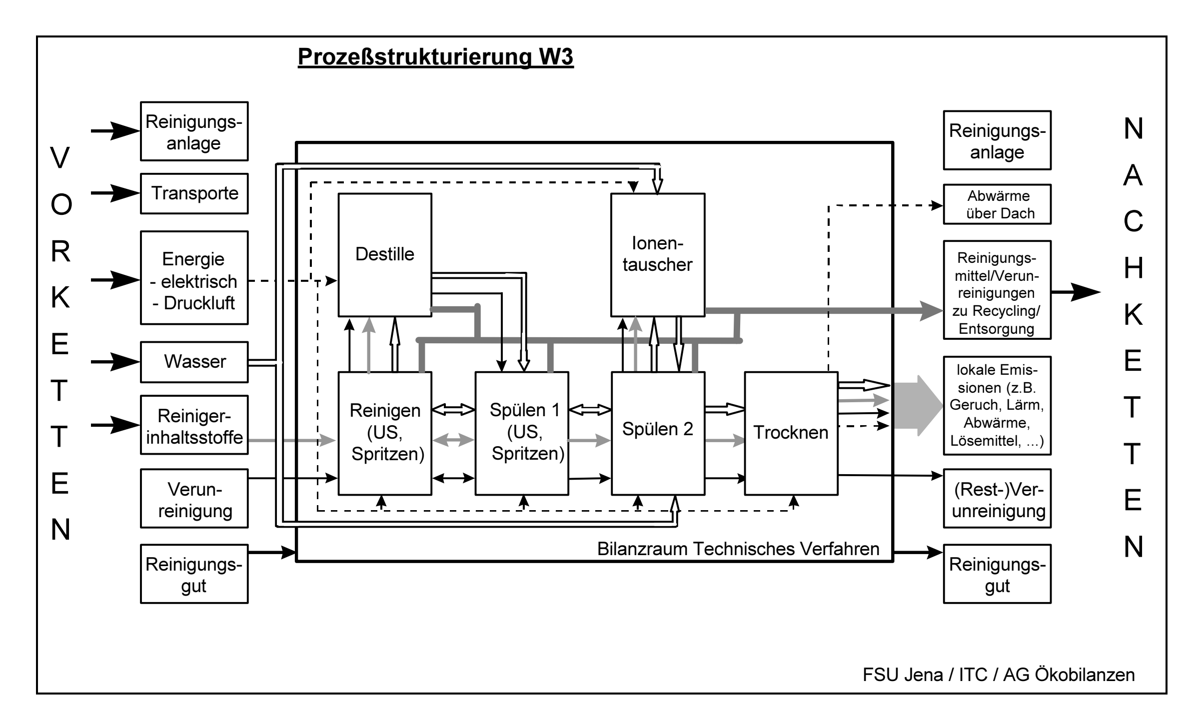


Abb. B-9: Prozeßstrukturierung der Anlage W3

Besonderheiten der Anlage W3:

Die Anlage W3 wird untergliedert in die Module *Reinigen*, *Spülen 1*, *Spülen 2*, *Trocknen*, *Destille* und *Ionentauscher*.

Es handelt sich um eine Anlage, bei der in einer geschlossenen Arbeitskammer gereinigt wird. Die Medien für Reinigen, Vorspülen, Spülen werden nacheinander der Arbeitskammer zugeführt. Anschließend wird in dieser Arbeitskammer durch Heißluft getrocknet. Die Arbeitsgänge werden unterstützt durch Spritzen und Fluten mit Ultraschall. Die Badpflege erfolgt über eine Destillationsanlage. Das Spülwasser wird mit einer Ionentauschanlage aufbereitet. Die Reinigungsanlage selbst arbeitet abwasserfrei.

B.1.1.2.4 Reinigungsaufgabenkategorie 4: Elektroteile

Besonderheiten der Anlage C4:

Die Anlage C4 wird untergliedert in die Module *Reinigung*, *Destillation inkl. Dampfentfettung*, *Trocknung* und *Umluftreinigung*.

Die Reinigung erfolgt zweistufig aus zwei unterschiedlichen Vorratsbehältern, jeweils mit Ultraschallunterstützung. Nach dem Dampfentfetten wird unter Vakuum getrocknet.

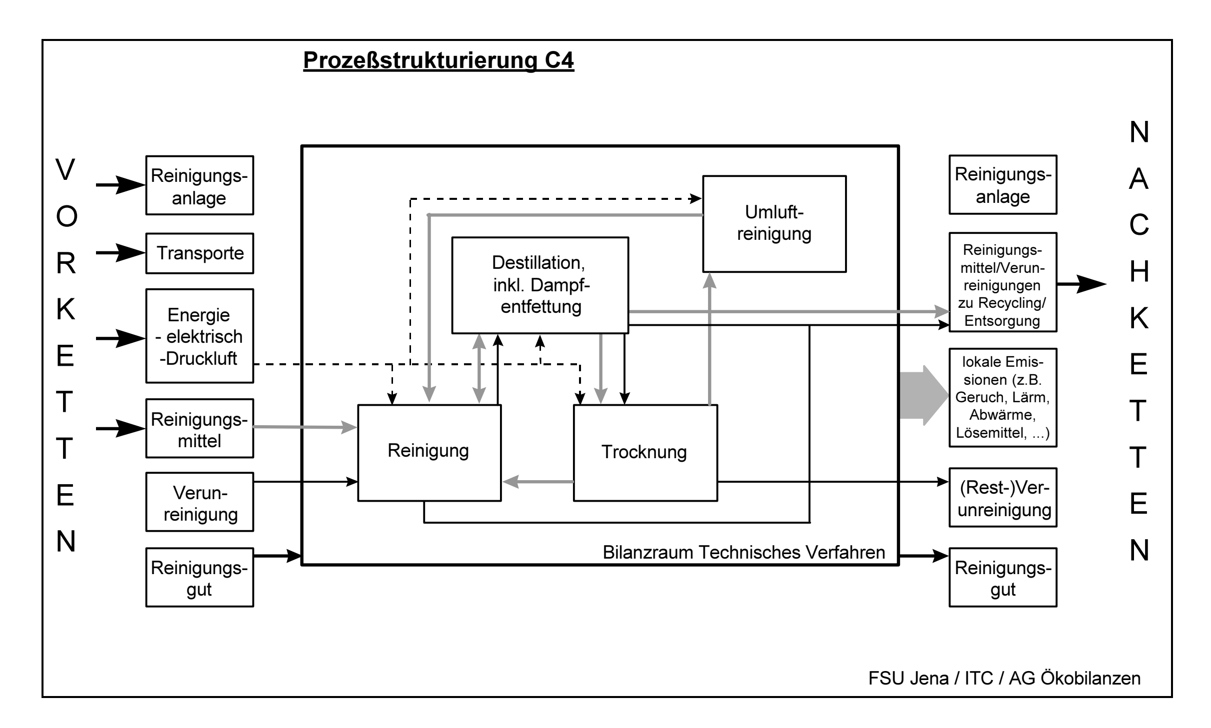


Abb. B-10: Prozeßstrukturierung der Anlage C4

Besonderheiten der Anlage K4:

Die Anlage K4 wird untergliedert in die Module *Reinigung*, *Destillation* und *Trocknung*.

Die Anlage reinigt mit Spritzen und Fluten, ohne Ultraschalleinsatz. Eine Dampfentfettung findet nicht statt. Es wird unter Vakuum und z.T. zusätzlich mit Hilfe von Heißluft getrocknet.

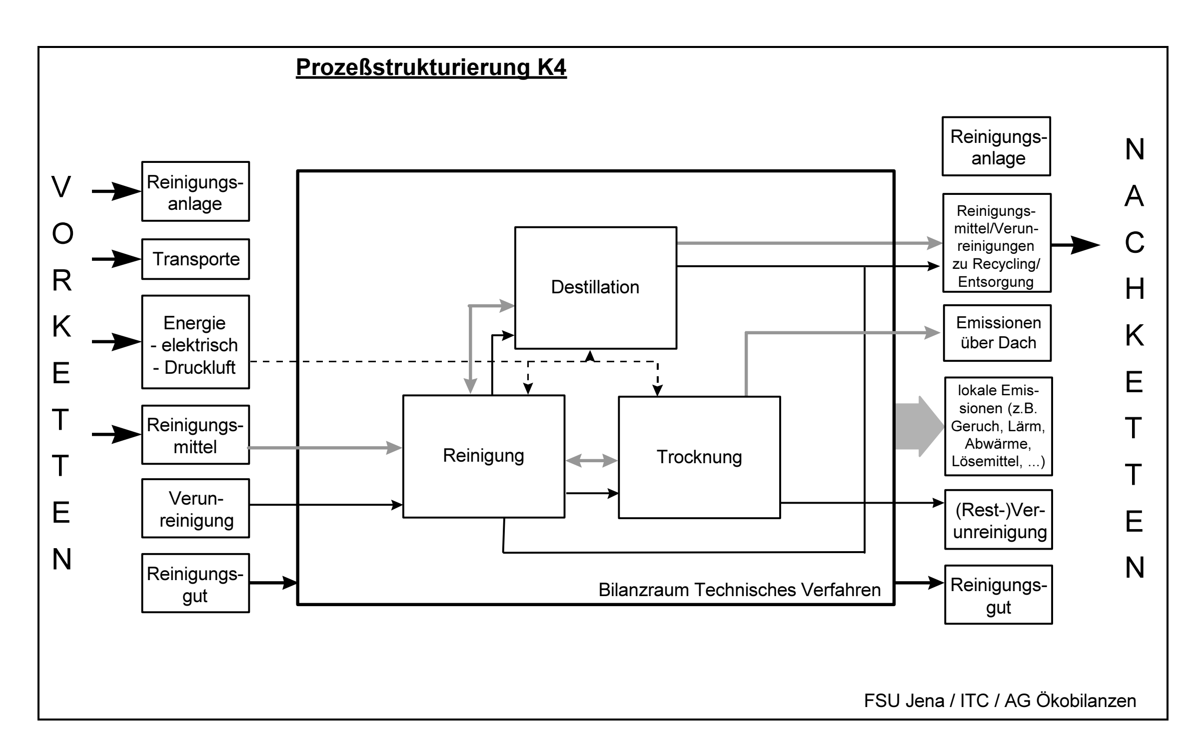


Abb. B-11: Prozeßstrukturierung der Anlage K4

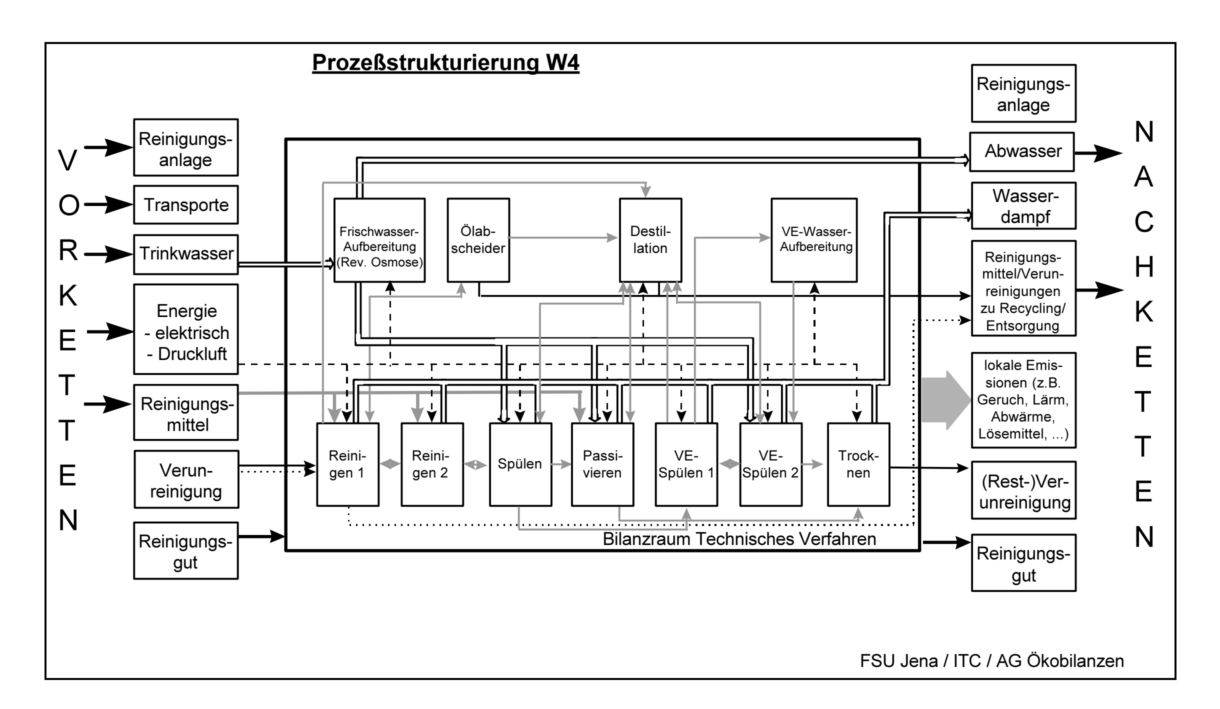


Abb. B-12: Prozeßstrukturierung der Anlage W4

Besonderheiten der Anlage W4:

Die Anlage W4 wird untergliedert in die Module *Reinigen 1*, *Reinigen 2*, *Spülen*, *Passivieren*, *VE-Spülen 1*, *VE-Spülen 2*, *Trocknen*, *VE-Wasser-Aufbereitung*, *Destillation*, *Ölabscheider* und *Frischwasser-Aufbereitung*.

Die Reinigung erfolgt mit Hilfe von Druckumfluten bzw. Ultraschall. Nach dem Spülen werden die Teile passiviert oder in zwei VE-Spülen behandelt. Die Trocknung erfolgt mit Heißluft. Zur Badaufbereitung wird ein Ölabscheider und eine Destillationsanlage

eingesetzt, die Spülwasserpflege erfolgt mit Hilfe einer VE-Wasseranlage. Zur Frischwasseraufbereitung wird Umkehrosmose eingesetzt.

B.1.1.2.5 Reinigungsaufgabenkategorie 5: Stanzteile

Besonderheiten der Anlage W5:

Die Anlage W5 wird untergliedert in die Module *Reinigen 1*, *Reinigen 2*, *Spülen, VE-Spülen 1*, *VE-Spülen 2*, *Trocknen*, *VE-Wasserbereitung*, *Destillation* und *Ölabscheider*.

Die Anlage arbeitet mit zwei Reinigungs- und drei Spülbädern (davon einmal Spülen mit Leitungswasser, zweimal Spülen mit VE-Wasser). Die Behandlung wird jeweils mit Ultraschall unterstützt. Die Trocknung erfolgt mit Hilfe von Heißluft. Zur Badaufbereitung wird ein Ölabscheider und eine Destillationsanlage eingesetzt. Die Spülbadpflege erfolgt über eine VE-Wasseranlage.

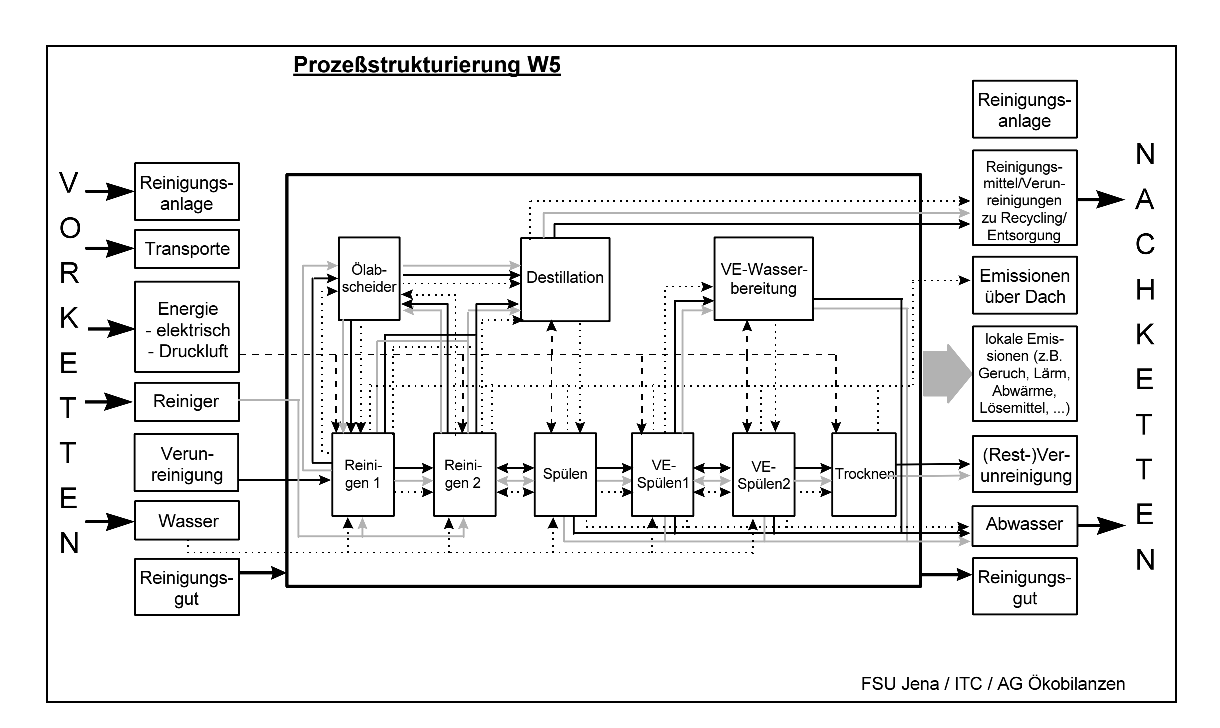


Abb. B-13: Prozeßstrukturierung der Anlage W5

B.1.1.2.6 Reinigungsaufgabenkategorie 6: Drehteile

Besonderheiten der Anlage C6:

Die Anlage C6 wird untergliedert in die Module *Reinigung, Trocknung, Destillation* und *Abluftreinigung.*

Die Reinigung erfolgt mit Hilfe von Ultraschall in zwei Schritten aus zwei unterschiedlichen Vorratsbehältern. Bei einigen Teilen erfolgt zusätzlich eine Konservierung. Es wird im Umluftverfahren getrocknet. Das Lösungsmittel wird kontinuierlich destilliert.

Die Abluftreinigung erfolgt in einer separaten Lösemittelrückgewinnungsanlage mit Aktivkohlebett, das mit Wasserdampf regeneriert wird.

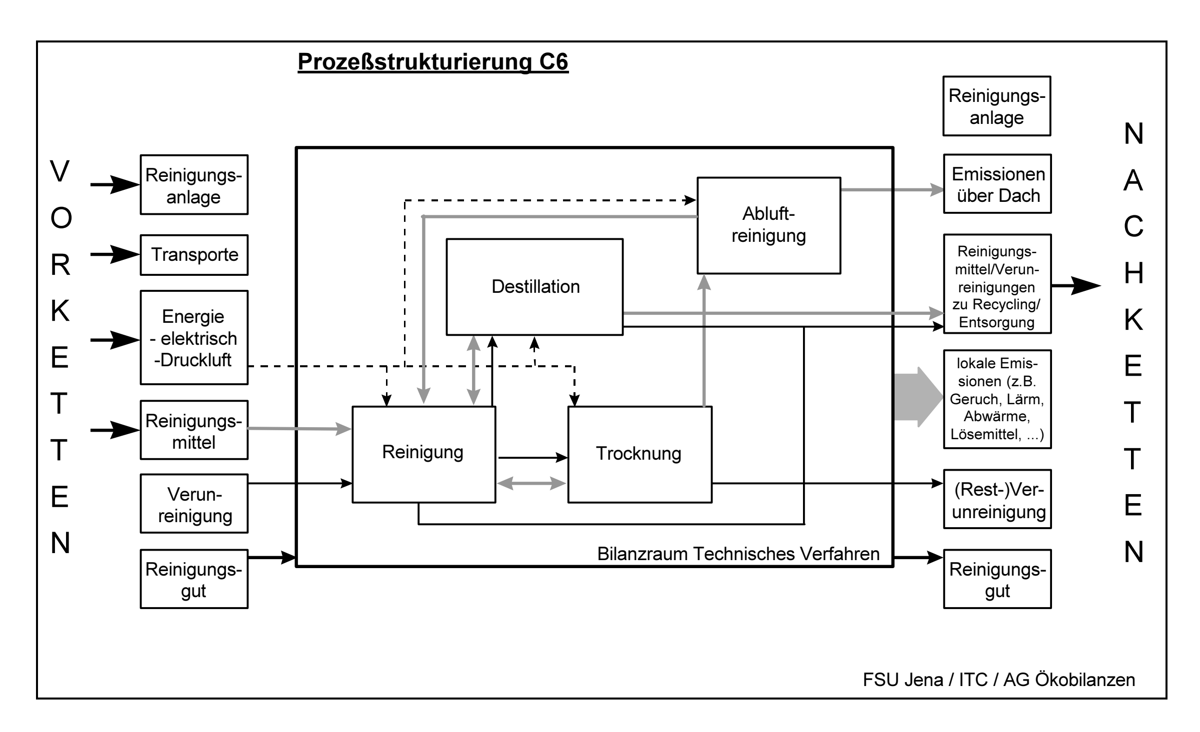


Abb. B-14: Prozeßstrukturierung der Anlage C6

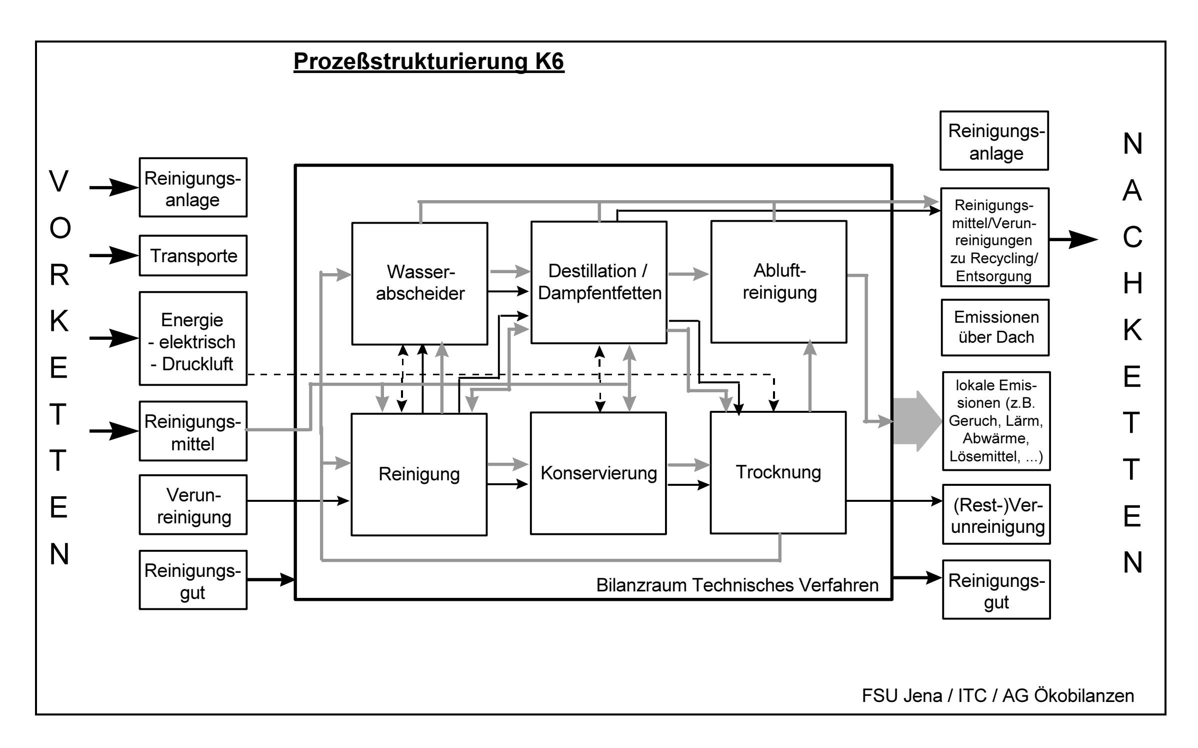


Abb. B-15: Prozeßstrukturierung der Anlage K6

Besonderheiten der Anlage K6:

Die Anlage K6 wird untergliedert in die Module *Reinigung*, *Konservierung*, *Trocknung, Destillation*, *Wasserabscheider* und *Abluftreinigung.*

Die Reinigung erfolgt mit Hilfe von Ultraschall und zu einem geringen Anteil auch durch Druckumfluten. Ein kleiner Anteil der Teile wird konserviert. Nach dem Dampfentfetten werden die Teile unter Vakuum getrocknet. Das Lösungsmittel wird kontinuierlich destilliert.

Als Besonderheit ist bei dieser Anlage eine zusätzliche Abluftreinigung nachgeschaltet. Die Abluft aus den Vakuumpumpen wird über einen Aktivkohlefilter geführt.

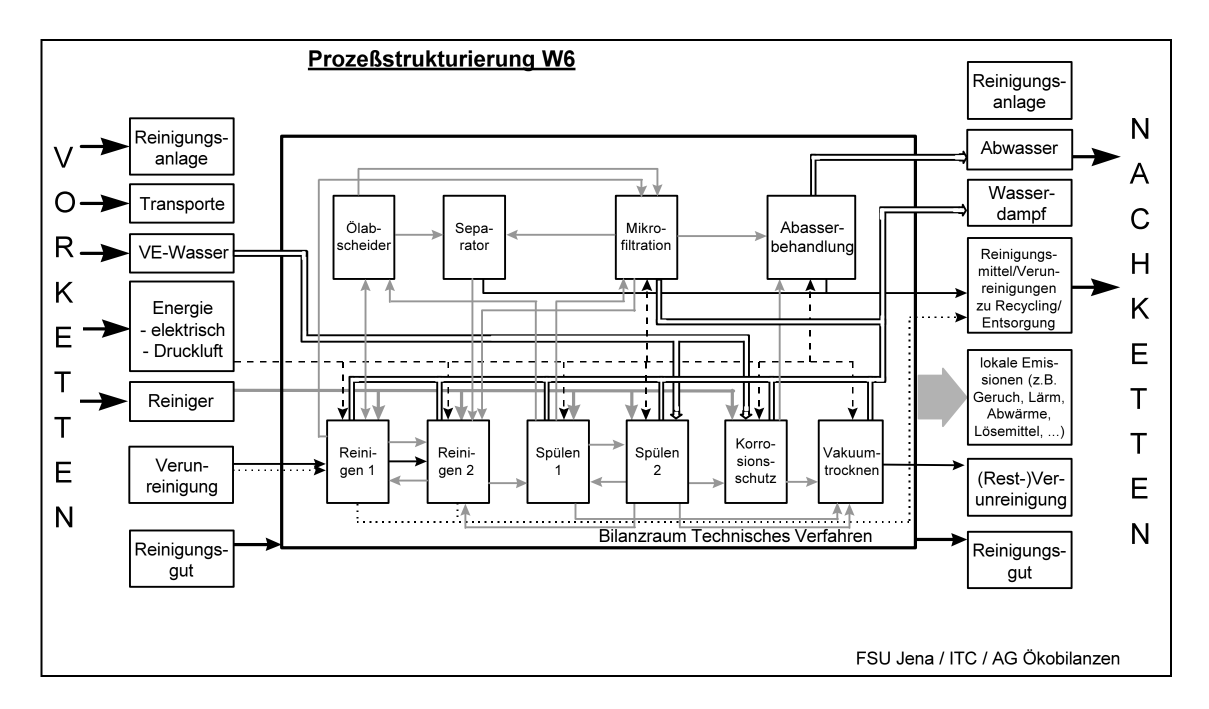


Abb. B-16: Prozeßstrukturierung der Anlage W6

Besonderheiten der Anlage W6:

Die Anlage W6 wird untergliedert in die Module *Reinigen 1*, *Reinigen 2*, *Spülen 1*, *Spülen 2*, *Korrosionsschutz*, *Vakuumtrocknen*, *Abwasserbehandlung*, *Mikrofiltration*, *Separator* und *Ölabscheider.*

In dieser Anlage erfolgt die Reinigung in zwei Bädern, jeweils mit Ultraschallunterstützung und Druckumfluten. Vor dem Spülen in zwei Spülbädern werden die Körbe abgesprüht. Ein Teil der Chargen wird mit einer Konservierung behandelt. Die Vakuumtrocknung erfolgt in einer externen Anlage. Zur Badaufbereitung wird ein Ölabscheider, ein Separator und eine Mikrofiltration eingesetzt. Das Abwasser der Anlage wird in einer betriebsinternen Abwasserbehandlungsanlage mit Hilfe einer Destillations- und Ultrafiltrationsanlage aufbereitet. Die Anlage wurde durch den Betreiber individuell erweitert.

Anmerkung

Die Strukturierung der einzelnen Anlagen war bereits innerhalb einer bestimmten Verfahrensalternative unterschiedlich. Es war daher nicht möglich, eine allgemeingültige Struktur festzulegen, die auf alle Anlagen übertragbar wäre.

Datengrundlage

Die Datengrundlage wird hier für den Teilbilanzraum Technisches Verfahren skizziert.

Die Sachbilanzdaten wurden gemäß dem in Kapitel A.1.2 getroffenen methodischen Festlegungen erhoben und

- für die Kostenanalyse (ökonomische Größen) und
- für Aussagen zu den potentiellen Umweltauswirkungen durch den Teilbilanzraum Technisches Verfahren (lokale ökologische Größen) genutzt sowie
- den Modulen zugeordnet.

Exemplarisch wird hier die Datengrundlage auf der Ebene eines Moduls (s. Kapitel A.1.2.1.2) für ein Beispiel aus dem Teilbilanzraum Technisches Verfahren aufgezeigt. Die Daten wurden nach dem im Anhang A.4.2.2 dargestellten Datenerhebungsbogen erfaßt und entsprechend den in Kapitel A.1.2.3 beschriebenen Methoden den Modulen zugeordnet.

Abb. B-17 gibt ein Beispiel für ein Moduldatenblatt einer bilanzierten Anlage. Es wird das Modul Reinigen dargestellt.

Im Abschnitt Dokumentation wird das Modul zunächst

- technisch beschrieben
- gegenüber den Vor- und Nachmodulen abgegrenzt und
- der zeitliche Geltungsbereich der Daten ausgewiesen.

Anschließend werden die Annahmen, die zur Aufnahme und Verarbeitung der Daten gemacht wurden, dokumentiert und der Teilbilanzraum und der Lebenswegabschnitt, für den dieses Modul gilt, genannt.

Für die Input-/ Outputströme werden getrennt die Stoffe, die quantifizierten Mengen, deren Einheiten, die zugehörige (Umwelt-) Kategorie, die beobachtete Spannweite, evtl. auftretendeTransporte, die jeweilige Datenquelle, die Erhebungsart und notwendige Bemerkungen hinterlegt.

Die so beschriebenen Module fanden mit einem adäquaten Informationsgehalt Eingang in die erstellte Datenbank (Anhang C). Der Nutzer kann damit die Datengrundlage und den Geltungsbereich der genutzten Daten nachvollziehen.

Des weiteren wurden die Daten aus den Moduldatenblättern genutzt, um die Daten nach der in Kapitel A.1.1.3.1.1 beschriebenen und in Anhang A.4.2.4 beispielhaft ausgeführten Weise für den anlagen- und betriebsspezifischen Vergleich zugänglich zu machen.

Anlage XX, Modul: Reinigen (R)
Dokumentation:
Das Modul Reinigen umfaßt den eigentlichen Reinigungsvorgang in der Arbeitskammer (Volumen XX l), die Vorlagebehälter VB1 (Volumen XX) und VB2 (Volumen XX) sowie die zugehörigen Feststoffilter für die Späne. Nach Einbringen der Ware wird die Kammer nacheinander aus den Behältern VB1 und VB2 geflutet. Die Reinigung erfolgt jeweils mit Hilfe von Ultraschall bei einer Temperatur von XX °C, wobei der Korb in der Regel geschwenkt oder gedreht wird. Bei der Entleerung werden Feststoffe über einen Beutelfilter entfernt. Dieses Modul gilt für die Anlage XX. Die Daten beziehen sich auf den Zeitraum eines Jahres.
Annahmen:
Späne werden im Filter komplett entfernt bzw. verbleiben als Restverschmutzung auf dem Reinigungsgut. Der Druckluftverbrauch der Gesamtanlage sowie die diffuse Abwärme der Reinigungsanlage wird komplett dem Modul Reinigen zugeordnet. Der Energieverbrauch für "Kraft" als Summe aus Pumpen, Warentransport etc. wird dem Modul Reinigen zugeordnet.
Teilbilanz: Technisches Verfahren, Lebenswegabschnitt: Reinigen

Stoffe	**Werte**	**Einheit**	**Kategorie**	**Spannweite** ± %	**Transport**	**Datenquelle**	**Erhebungsart**	**Bemerkungen**
Input:								
Reiniger (Frischware)	**3360**	**kg**	**Vorpr/Prod**	**5**	Transp. von Lieferant	Betreiber/ITC	Betreiberangabe	
Reiniger (D-R)	**891330**	**kg**	**Stostrint**	**20**		Hersteller/ITC	Berechnung	Destillat aus der Destille
Reiniger (T-R)	**10591**	**kg**	**Stostrint**	**20**		ITC	Schätzung	Kondensat aus Trocknung
Reiniger (UR-R)	**391**	**kg**	**Stostrint**	**20**		ITC	Schätzung	aus der Regeneration des Molsorbers
Verunreinigungen (Eintrag)	**346**	**kg**	**VEintr**					
flüssige Verunreinigungen	*305,5*	*kg*		*20*		*Betreiber/ITC*	*Messung der Entsorgungs-menge*	*Öle*
feste Verunreinigungen	*40,5*	*kg*		*50*		*Betreiber/ITC*	*Schätzung der Entsor-gungsmenge*	*Späne, Staub*
Netzstrom	**16,3**	**MWh**	**ElEnÖf**	**10**		ITC	Messung	öffentliches Netz
Druckluft (6 bar)	**4600**	**m³**	**EnDL**	**50**		Hersteller/ITC	Schätzung	internes Druckluftnetz
Output:								
Reinigungslösung (R-D)	**905978**	**kg**	**Stostrint**					zur Aufbereitung in Destille
Reiniger (R-D)	*905672*	*kg*		*20*		*Hersteller/ITC*	*Berechnung*	
flüssige Verunreinigungen	*305,5*	*kg*		*20*		*Betreiber/ITC*	*Messung der Entsorgungsmenge*	
feste Verunreinigungen	*0,5*	*kg*		*50*		*Betreiber/ITC*	*Schätzung der Entsorgungsmenge*	
feste Verunreinigungen (Austrag)	**40**	**kg**	**AR**	**50**		Betreiber/ITC	Schätzung der Entsor-gungsmenge	Verwertung als Mischschrott
Abwärme, Reinigungsgut, Körbe	**2**	**MWh**	**AbwR**	**20**		ITC	Berechnung	Abgabe in den Raum
Abwärme, diffus in den Raum	**37**	**MWh**	**AbwR**	**20**		ITC	Berechnung/Schätzung	Abgabe in den Raum

Massenbilanz		
Summe Input	**906018**	kg
Summe Output	**906018**	kg
Abweichung bez. auf den Input	**0,00**	%

Abb. B-17: Beispiel für ein Moduldatenblatt (Modul Reinigen) für eine Anlage

B.1.2 Energiebereitstellung

Der Energiebedarf für

- die Produktion von Reinigungsmitteln,
- den Betrieb der bilanzierten Reinigungsanlagen und
- die Prozesse zur Entsorgung der Reinigungsabfälle

wird - soweit explizit ausgewiesen[1] - gedeckt durch Elektroenergie des öffentlichen Stromnetzes der BRD in [kWh] und durch Prozeßwärme aus Erdgas in [MJ].

Folgende Datensätze zur Energiebereitstellung sind entsprechend ihrer Anteile am Gesamtaufkommen der Energieform und unter Berücksichtigung von Vorketten, Umwandlungsprozessen und Energietransporten in die Ökobilanzen eingeflossen:

- Elektroenergie aus dem öffentlichen Stromnetz BRD:
  - Elektroenergie aus Braunkohle
  - Elektroenergie aus Steinkohle
  - Elektroenergie aus Heizöl
  - Elektroenergie aus Erdgas
  - Elektroenergie aus sonstigen Energieträgern
  - Elektroenergie aus Wasserkraft
  - Elektroenergie aus Kernbrennstoff
  - Elektroenergie aus industriellen Umwandlungsanlagen.
- Wärmeenergie aus Erdgas-Kesselanlagen.

Öffentliches Stromnetz BRD

Der Datensatz beschreibt quantitativ die Bereitstellung von Elektroenergie in der BRD im öffentlichen Netz. Aus Datenschutzgründen wurden sämtliche in den Datensatz eingehende Einzelprozesse (s. A.1.2.4.1) zu einem Makromodul zusammengefaßt. Dieses Makromodul berücksichtigt für das Stromnetz der BRD und für das Bezugsjahr 1992 alle aus der Fachliteratur und aus Angaben von Einzeldatenlieferanten verfügbaren Besonderheiten und Einflußgrößen. Als zwei Beispiele unter zahlreichen weiteren werden genannt:

[1] Die Datenmodule zur Produktion der Reinigungsmittel, die über alle Reinigungsmittelkomponenten aufaggregiert wurden, einschließlich der Energiebereitstellung und der Transporte für die einzelnen Prozeßschritte, weisen den Energiebedarf daher nicht explizit aus. Für den Bereich Entsorgung ist hier die kommunale Kläranlage zu nennen. Die betriebsinterne Verstromung von Faulgas ist in den Moduldaten integriert.

- Unterschiedliche Elektroenergieerzeugung in den alten und neuen Bundesländern nach Energieträgern und deren stofflicher Zusammensetzung, Wirkungsgrad und Grad der Rauchgasreinigung.
- Unterschiedliche Elektroenergieerzeugung bei öffentlichen und industriellen Betreibern nach Art der Umwandlungsanlage und Wirkungsgrad.

Erdgas-Kesselanlage

Das Modul beschreibt quantitativ die Bereitstellung von Wärme aus Erdgas nach dem durchschnittlichen technischen Stand in der BRD von 1992. Je nach Erfordernis kommen Anlagen bis zu 40 MW energetischer Gesamtleistung zum Einsatz.

B.1.3 Herstellung der Reinigungsmittel und der Hilfs- und Betriebsstoffe

Aus Gründen der Vertraulichkeit kann insbesondere für die wäßrigen Reiniger keine quantitative Zusammensetzung dokumentiert werden. Es wird statt dessen eine qualitative Charakterisierung vorgenommen. Tab. B-7 zeigt die Inhaltsstoffe der in die Reinigungsanlagen eingebrachten Reinigungsmittel und ordnet diese den einzelnen Reinigungsanlagen zu.

W1	**C1**	**K1**
VE-Wasser, Fettalkoholethoxylate, Ethanolamine und Fettsäuren	Tetrachlorethen - hochstabilisiert	entaromatisierte Testbenzine
W2	**C2**	**K2**
VE-Wasser, Silikate, Fettalkoholethoxysulfat, Komplexbildner	Tetrachlorethen - vorstabilisiert Stabilisator	synthetische iso-Paraffine
W3	**C3**	**K3**
VE-Wasser, nichtionische Tenside, Ethanolamin, Fettsäuren	Tetrachlorethen - hochstabilisiert Stabilisator	synthetische iso-Paraffine
W4	**C4**	**K4**
Builder: Phosphate und Phosphorsäure Passivierungsmittel: Ethanolamine, Fettsäuren Tensid: Fettalkoholethoxylate, Fettamin	Trichlorethen - sonderstabilisiert Stabilisatoren	entaromatisierte Testbenzine
W5	**C5**	**K5**
VE-Wasser, Fettalkoholethoxylate, Ethanolamine, Fettsäuren	entfällt	entfällt
W6	**C6**	**K6**
Builder: Phosphate, Borate Tensid: Fettalkoholethoxylate, Fettamin Temporärer Korrosionsschutz: Ethanolamine, Fettsäuren Mineralölbasierter Korrosionsschutz: Additiviertes Mineralöl Komplexbildner: Natriumgluconat	Trichlorethen - sonderstabilisiert	synthetische iso-Paraffine

Tab. B-7: Charakterisierung und Zuordnung der Reinigungsmittel

B.1.3.1 Wäßrige Reinigungsmittel (W)

B.1.3.1.1 Tenside

Die in den untersuchten Reinigungsanlagen eingesetzten Tenside sind Fettalkoholethoxylate mit verschiedenen Ethoxylierungsgraden, Fettalkoholethoxysulfate, Fettalkohol-Ethylenoxid-Propylenoxid-Addukte (Fettalkohol-EO-PO-Addukte) und Kokosfettamin.

B.1.3.1.1.1 Fettalkoholethoxylate und Fettalkoholethoxysulfate

Die wichtigste Datengrundlage zu diesen Tensiden war die Studie "European Life-Cycle Inventory for Detergent Surfactants Production", im folgenden als Tensidstudie bezeichnet, deren Ergebnisse in der Zeitschrift Tenside Surfactants Detergents umfangreich dokumentiert sind [1] - [6]. Untersucht wurde dort u.a. die Herstellung unterschiedlicher Tenside auf petrochemischer (pc) und oleochemischer Basis. Die hier relevanten oleochemischen Rohstoffe können weiter in Kokosöl (CNO), Palmöl und Palmkernöl (PKO) unterteilt werden.

Die Daten wurden aus der Tensidstudie unter Beachtung folgender Randbedingungen übernommen:

- Können die Tenside nicht eindeutig bestimmten Rohstoffen zugeordnet werden, wird ein durchschnittlicher Marktanteil von 60 % petrochemischen und 40 % oleochemischen Tensiden angenommen [2]. Die oleochemischen Tenside werden zu gleichen Teilen den verschiedenen Rohstoffen zugeordnet. Lassen bestimmte Informationen (z.B. zu Kettenlänge oder Hersteller, etc.) eine eindeutige Zuordnung zu, so wird der spezifische Produktionsweg betrachtet.
- Einige nichtionische Tenside vom Typ der Ethoxylate konnten zum Teil direkt durch die in der Tensidstudie vorliegenden Daten berücksichtigt werden. Die Herstellung von Fettalkoholethoxylaten mit Ethoxylierungsgraden, die nicht in der Tensidstudie dokumentiert sind, wurden über eine nichtlineare Funktion zwischen den zugehörigen Input-/Outputströmen des Ethoxylierungsprozesses und dem Molanteil des Ethylenoxids abgeschätzt.

Die Prozeßstrukturierungen zu allen in der Studie "European Life-Cycle Inventory for Detergent Surfactants Production" bilanzierten Stoffen sind in den oben zitierten Artikeln enthalten. Aus Platzgründen wird hier auf eine explizite Ausweisung verzichtet.

B.1.3.1.1.2 Fettalkohol-Ethylenoxid-Propylenoxid-Addukte (Fettalkohol-EO-PO-Addukt)

Für Fettalkohol-Ethylenoxid-Propylenoxid-Addukte, bzw. dem hier betrachteten Fettalkohol-3EO-6PO-Addukt, liegen in der Literatur keine Sachbilanzdaten vor. Ausgehend von den in der Tensidstudie vorliegenden Daten und zusätzlichen Literaturwerten wurde zur Abschätzung der Daten folgende Vorgehensweise gewählt:

1. Abschätzung der zur Herstellung von Propylenoxid notwendigen Massenanteile der Edukte nach Angaben in der chemisch-technischen Literatur.
2. Bilanzierung der Edukte für Propylenoxid anhand vorliegender Sachbilanzdaten der Literatur.
3. Bilanzierung von Fettalkohol-3EO-Addukten nach vorliegenden Sachbilanzdaten der Literatur.
4. Zusammenführung der Bilanzen für Propylenoxid und Fettalkoholethoxylate unter Beachtung der Stöchiometrie des Fettalkohol-EO-PO-Adduktes unter Vernachlässigung der evtl. mit diesem Prozeß zusätzlich verbundenen Aufwendungen oder Emissionen.

Propylenoxid wird in den Verfahrensvarianten Oxirane-Verfahren, Chlorhydrin-Kalk- und Chlorhydrin-Natriumhydroxid- Verfahren hergestellt. Es wurden folgende Marktanteile angenommen:

- Oxirane-Verfahren / Chlorhydrin-Verfahren = 45/55 [7]
- Chlorhydrin-Kalk / Chlorhydrin-Natriumhydroxid = 42/58 [7]
- Fettalkohole oleochemisch / Fettalkohole petrochemisch = 40/60 [2].

Eine Energiebilanz zu den Herstellungsverfahren für Propylenoxid (Oxirane, Chlorhydrin) konnte mangels Daten nicht durchgeführt werden; Emissionen in die Luft und Einleitungen in das Wasser sind gemäß den Angaben in der Literatur berücksichtigt.

Die gesamte zusätzliche, d.h. in den Einzelmodulen noch nicht enthaltene Transportleistung, wurde mit 200 tkm LKW (>32t) pro 1.000 kg Produkt geschätzt. Eine Signifikanzanalyse erbrachte einen Einfluß von kleiner 1 % der Kohlendioxidfracht durch Transporte. Folgende Produktionskette liegt zugrunde:

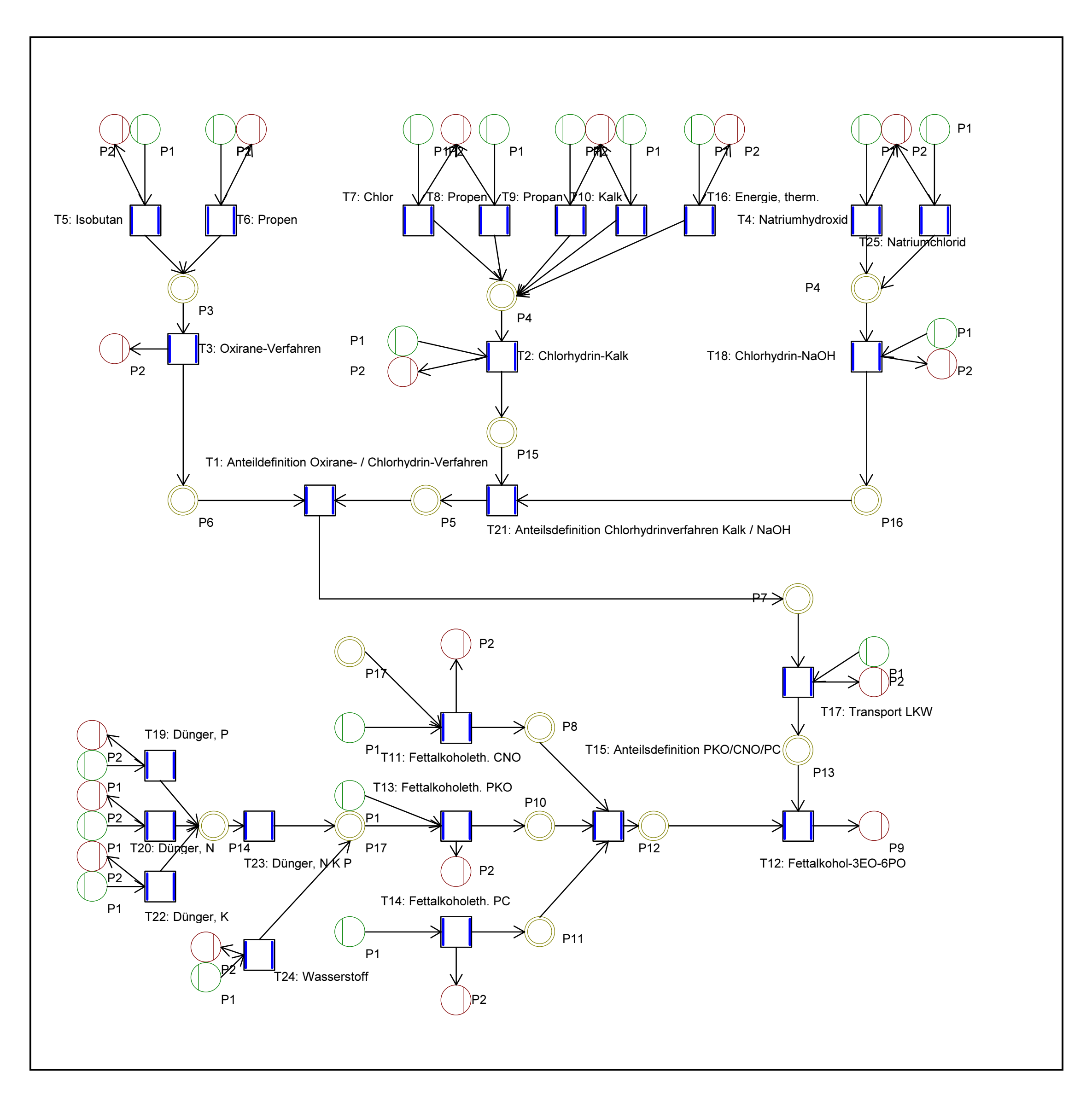


Abb. B-18: Prozeßstrukturierung der Herstellung des Fettalkohol-3EO-6PO-Adduktes

In Tab. B-8 sind die bilanzierten Zwischenprodukte und -prozesse sowie die zugehörigen Quellen aufgeführt:

Bezeichnung	**Quelle**	**Bemerkung**	**Datenqualität** (→Tab. B-23)
Isobutan	[8] (BUWAL)	Abschätzung durch Pentan	Ad/Bb/Ca/Da
Propen	[9] (BUWAL)		Aa/Bb/Ca/Da
Chlor	[10] (APME)		Aa/Bb/Ca/Da
Propan	[9] (BUWAL)		Aa/Bb/Ca/Da
Kalk	[9] (BUWAL)		Ac/Bc/Ca/Db
Natriumhydroxid (50 %)	[10] (APME)		Aa/Bb/Ca/Da
Natriumchlorid	[10] (APME)		Aa/Bb/Ca/Da
Oxirane - Verfahren Chlorhydrin-Kalk Verfahren Chlorhydrin-NaOH	[7] Ullmann		Ae/Bb/Cc/Db Ad/Bb/Cc/Db
N-Dünger K-Dünger P-Dünger	[11] (IFEU)		Ab/Bb/Ca/Da
Wasserstoff	[10] (APME)		Aa/Bb/Ca/Da
Fettalkohol-3EO, CNO Fettalkohol-3EO, PKO Fettalkohol-3EO, pc	[2] (Schul, W. et al.)		Aa/Bb/Ca/Da

Tab. B-8: Bilanzierte Zwischenprodukte und -prozesse für die Herstellung des Fettalkohol-3EO-6PO-Adduktes sowie die zugehörigen Quellen

B.1.3.1.1.3 Fettamine

Das hier betrachtete Kokosfettamin wird in einem zweistufigen Verfahren hergestellt: Im ersten Schritt werden Kokosöl und Ammoniak zu Fettnitrilen umgesetzt, im zweiten Schritt erfolgt eine Hydrierung.

Für dieses Verfahren existieren keine Sachbilanzdaten in der Literatur. Daher wurde folgende Abschätzung vorgenommen: Die Stoffbilanz wurde nach den stöchiometrischen Verhältnissen im Fettamin ermittelt. Es wurde die Zusammensetzung des Kokosöles berücksichtigt. Die Energiebilanz wurde aus bekannten Reaktionswärmen und unter Berücksichtigung der Reaktionsführung der aus der Literatur entnommenen Prozeßschritte Konverter, Autoklav und Destillation ermittelt. Vernachlässigt sind Abwärmeströme, Pumpenleistungen für die Förderung der Reaktanden und eine eventuelle Zwischendestillation des Rohnitrils. Daher wurde ein Zuschlag von 20 % an thermischer Energie vorgenommen.

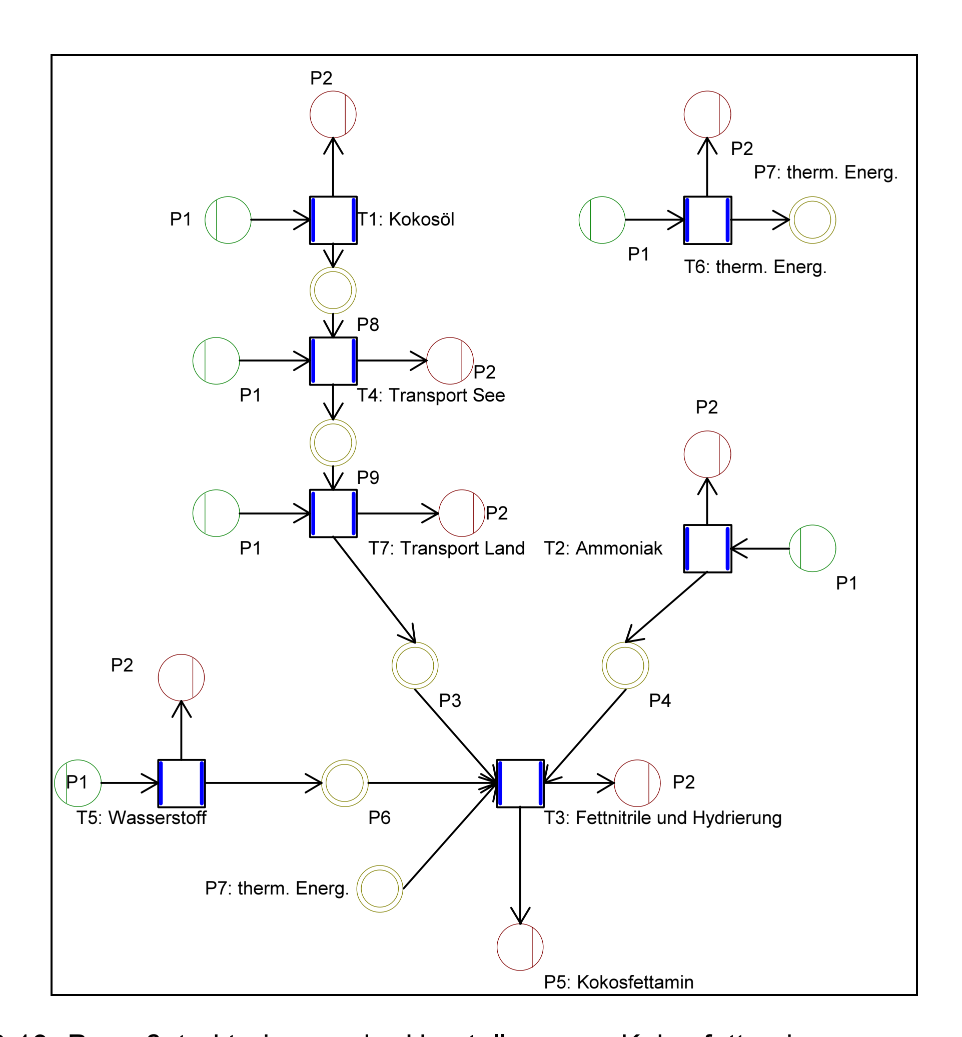


Abb. B-19: Prozeßstrukturierung der Herstellung von Kokosfettamin

Bezeichnung	**Quelle**	**Bemerkung**	**Datenqualität** (→Tab. B-23)
Kokosöl	[6] (Hirsinger, F. et al.)		Aa/Bb/Ca/Da
Ammoniak	[12](IFU und IFEU)		Ab/Bb/Ca/Db
Wasserstoff	[10] APME		Aa/Bb/Ca/Da
Nitrilbildung und Hydrierung	[13] [14] (Ullmann), eigene Berechnungen		Ad/Bc/Cb/Dc

Tab. B-9: Bilanzierte Zwischenprodukte und -prozesse für die Herstellung von Kokosfettamin sowie die zugehörigen Quellen

B.1.3.1.2 Fettsäuren

B.1.3.1.2.1 Fettsäuren aus Kokos- und Palmkernöl

Die hier bilanzierten Rohstoffe zur Herstellung von Fettsäuren sind rohes Kokosöl und Palmkernöl, welche durch Spaltung und anschließender Destillation aufbereitet werden. Es wird angenommen, daß Kokos- und Palmkernöl zu je 50 % als Rohstoff dienen.

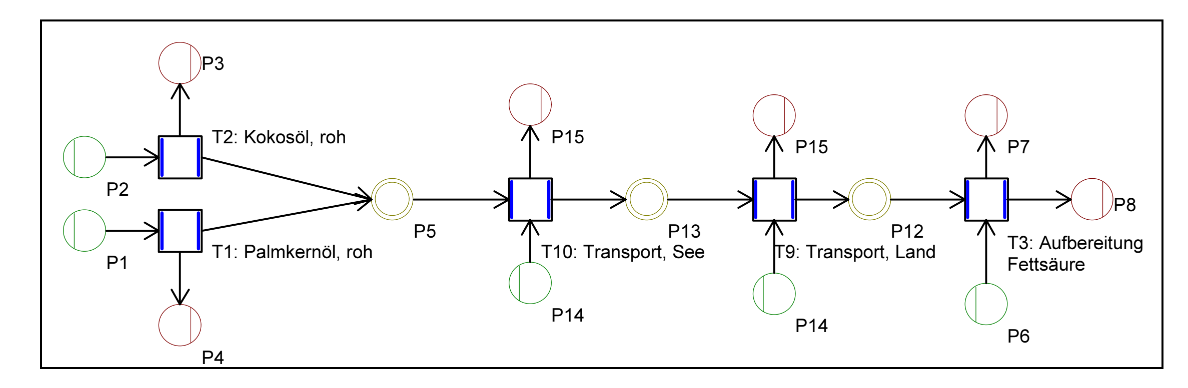


Abb. B-20: Prozeßstrukturierung der Herstellung von Fettsäuren aus Kokos- und Palmkernöl

Bezeichnung	Quelle	Bemerkung	Datenqualität (→Tab. B-23)
Kokosöl, roh	[6] (Hirsinger, F. et al.)		Aa/Bb/Ca/Da
Palmkernöl, roh	[6] (Hirsinger, F. et al.)		
Aufbereitung Fettsäuren	[8] (BUWAL)	Abschätzung analog der Aufbereitung von Sojaöl	Ad/Bc/Ca/Dc

Tab. B-10: Bilanzierte Zwischenprodukte und -prozesse für die Herstellung von Kokos- und Palmkernfettsäure sowie die zugehörigen Quellen

B.1.3.1.2.2 Tallölfettsäure

Tallölfettsäure besteht zu über 80 % aus Öl- und Linolsäure und wird aus Roh-Tallöl durch destillative Aufbereitung gewonnen. Roh-Tallöl fällt als Kuppelprodukt beim Kraft-Prozeß (Sulfatverfahren) zur Herstellung von Zellstoff an. Die Tallölbestandteile werden im alkalischen Prozeß verseift, von Zellstoff abgetrennt und ergeben nach

Zugabe von Säure eine Mischung aus freien Harz- und Fettsäuren. Der Kraft-Prozeß ist hauptsächlich in den USA und Nordeuropäischen Ländern von Bedeutung.

Hier wurde beispielhaft die Herstellung in Schweden betrachtet.

Aus dem Roh-Tallöl muß Tallölfettsäure destillativ abgetrennt werden, bevor sie in Reinigern eingesetzt werden kann. Für diesen Prozeß liegen keine Angaben in der Literatur vor. Ersatzweise wurden hierfür die Daten der destillativen Aufbereitung von Fettsäuren aus der Spaltung von Sojaöl herangezogen. Die Energiebilanz für die Talölldestillation wurde anhand der Parameter Wärmekapazität, Verdampfungsenthalpie, Siedetemperatur und Rückflußverhältnis überprüft. Die erhaltenen Werte stimmen gut mit den entsprechenden Daten zur destillativen Aufbereitung von Sojaöl überein.

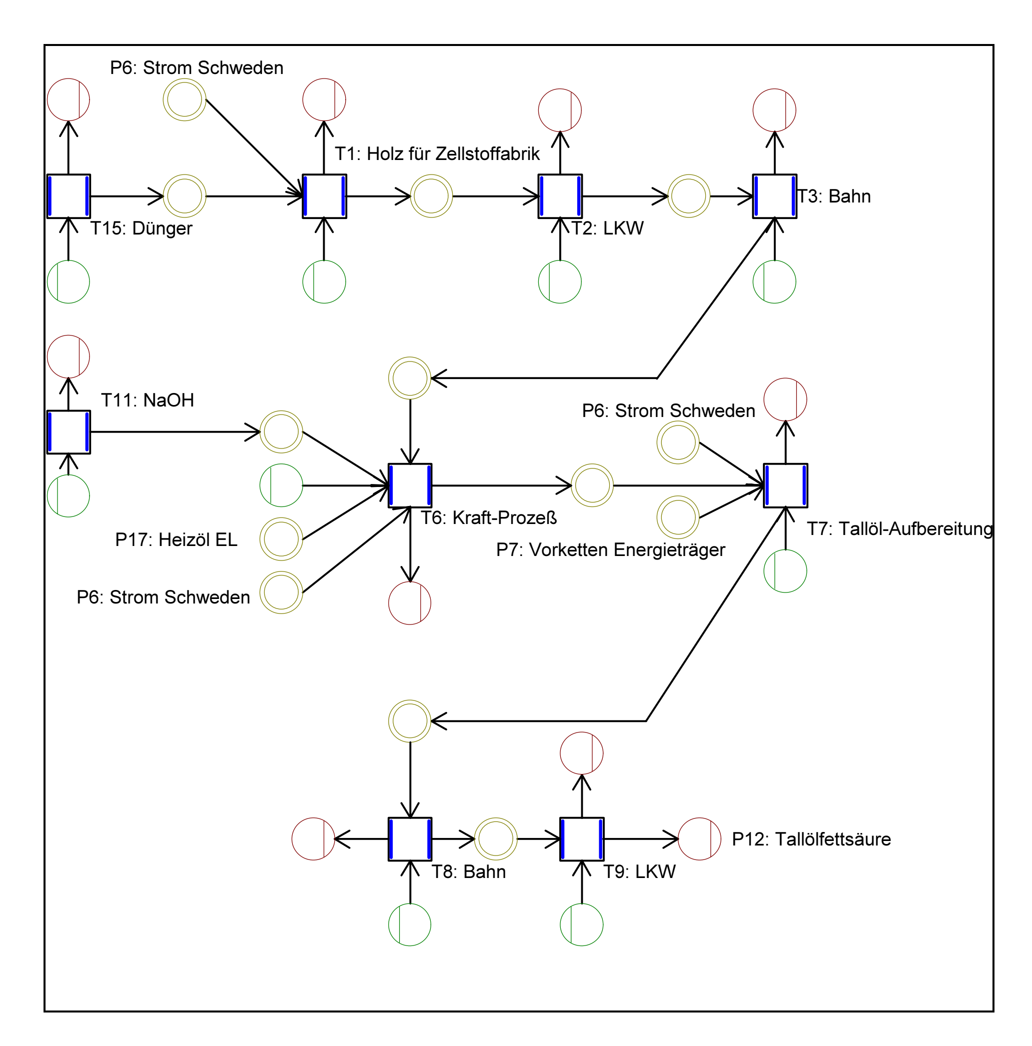


Abb. B-21: Prozeßstrukturierung der Herstellung von Tallölfettsäure, Teilausschnitt

Bezeichnung	Quelle	Bemerkung	Datenqualität (→Tab. B-23)
Dünger	[11] (IFEU)		Ab/Bb/Ca/Da
Holz für Zellstofffabrik	[15] (IFEU), [9] (BUWAL), [16] (STFI)		Ab/Bb/Ca/Dc
Kraft-Prozeß	[16] (STFI)		Aa/Bb/Ca/Db
Tallölaufbereitung	[9] (BUWAL)	analog der Aufbereitung von Sojaöl	Ab/Bb/Ca/Da
Natriumhydroxid (50 %)	[10] (APME)		Aa/Bb/Ca/Da

Tab. B-11: Bilanzierte Zwischenprodukte und -prozesse für die Herstellung von Tallölfettsäure sowie die zugehörigen Quellen

B.1.3.1.3 Ethanolamine

Ethanolamine werden durch Ammonolyse von Ethylenoxid hergestellt. Dabei wird Ammoniak mit Ethylenoxid bei Reaktionstemperaturen bis zu 150 °C und Drücken bis zu 160 bar zu Mono-, Di- und Triethanolamin umgesetzt. Die Reaktion ist stark exotherm. Die Mischung der Ethanolamine wird im Anschluß durch eine Vakuumdestillation aufbereitet. Um eine höhere Ausbeute an Triethanolamin zu erhalten, können Mono- und Diethanolamin wieder der Ammonolyse zugeführt oder in zusätzlichen Reaktoren behandelt werden. Im industriellen Rahmen wird durch Kreislaufführung ein nahezu vollständiger Umsatz der Edukte erreicht.

Der Verbrauch von Ethylenoxid und Ammoniak wurde entsprechend der Stöchiometrie der Produkte angenommen. Aus Angaben eines Herstellers [17] war nur der Energie- und Rohstoffbedarf für den Prozeß bekannt.

Bezeichnung	Quelle	Bemerkung	Datenqualität (→Tab. B-23)
Ethylenoxid	[1] (Franke, M. et al.)		Aa/Bb/Ca/Da
Ammoniak	[12](IFU UND IFEU)		Ab/Bb/Ca/Db
Ammonolyse	[17](Anonymus)		Ac/Bb/Cb/Dc

Tab. B-12: Bilanzierte Zwischenprodukte und -prozesse für die Herstellung von Ethanolaminen sowie die zugehörigen Quellen

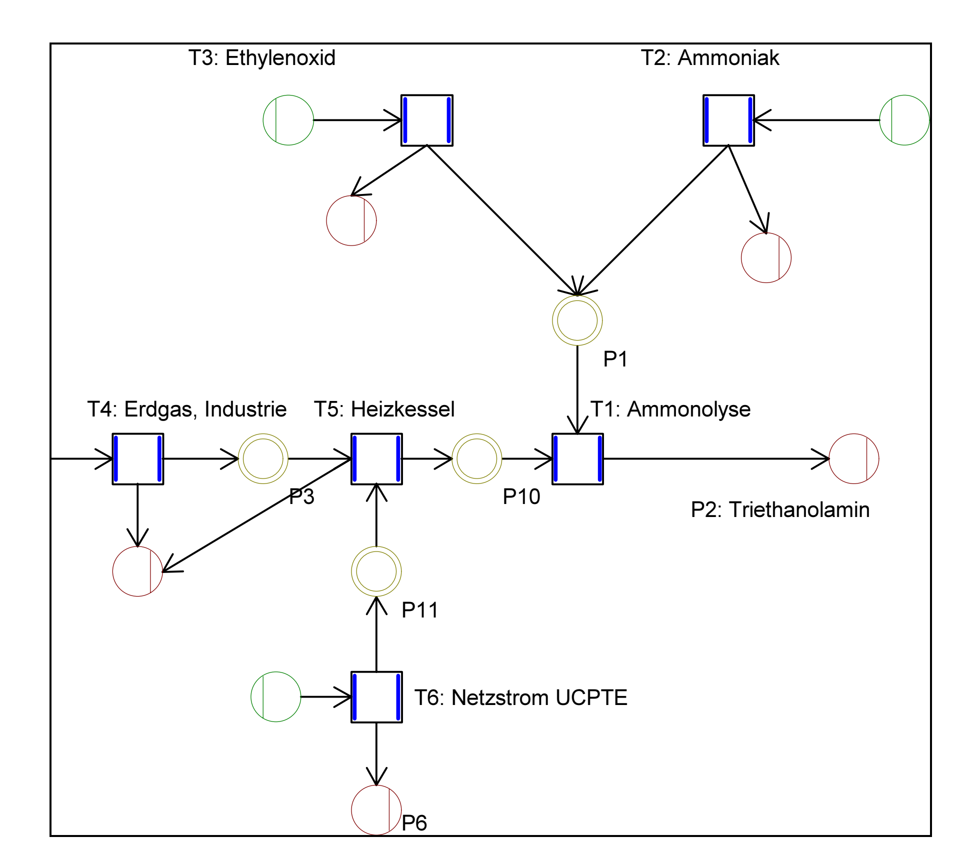


Abb. B-22: Prozeßstrukturierung der Herstellung von Triethanolamin / Monoethanolamin

B.1.3.1.4 Phosphorsäure und Phosphate

In den untersuchten Reinigungsanwendungen werden Phosphorsäure sowie Tetranatriumpyrophosphat und Pentanatriumtriphosphat eingesetzt. Die Herstellungswege umfassen den Phosphatgestein-Abbau, Kalzinierung des Phosphatgesteines, Herstellung grüner Phosphorsäure, Konzentrierung und Reinigung der Phosphorsäure. Die Herstellung von Pentanatriumtriphosphat und Tetranatriumpyrophosphat erfolgt durch Neutralisation der Phosphorsäure und anschließende Sprühtrocknung und Kalzinierung im Drehrohrofen. Die Neutralisation der Phosphorsäure kann mit Natriumhydroxid oder mit Natriumcarbonat erfolgen. Hier wurde gemäß der vorliegenden Literatur der Herstellungsweg über Natriumcarbonat betrachtet. Bei der Herstellung der Phosphate wurden die unterschiedlichen stöchiometrischen Verhältnisse der Umsetzungen berücksichtigt.

Die als Haupt-Literaturquelle genutzte Landbank-Phosphatstudie [18] enthält keine mit der Bereitstellung der Energieträger verbundenen Aufwendungen (Precombustion). Diese Aufwendungen sind im vorliegenden Projekt berücksichtigt.

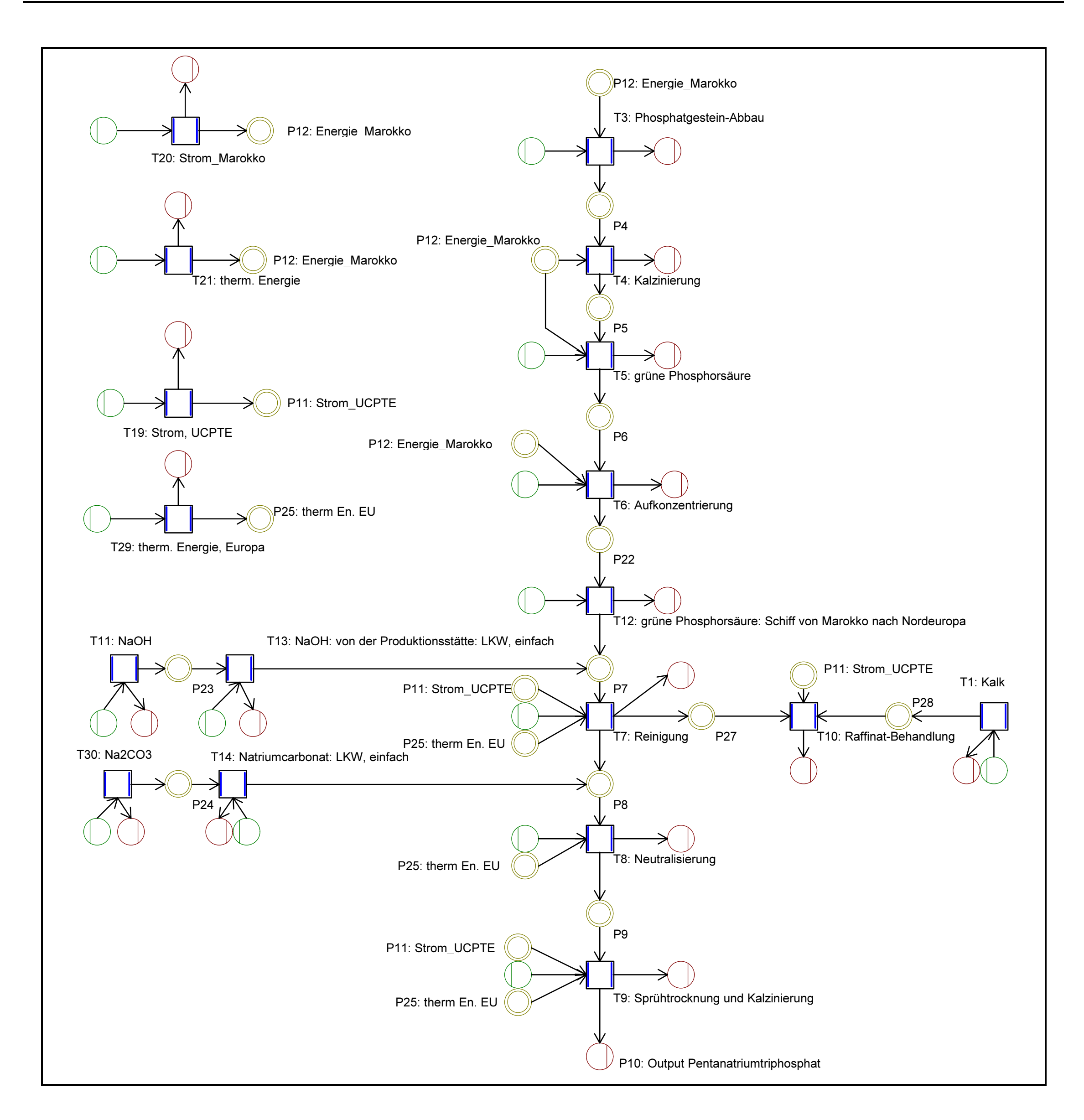


Abb. B-23: Prozeßstrukturierung der Herstellung von Phosphorsäure und Phosphaten, Teilausschnitt ohne Prozesse zur Schwefelsäureherstellung

Zur Bilanzierung der Herstellung der Phosphorsäure ist die Bilanzierung der Schwefelsäureproduktion notwendig. Für die Bereitstellung von Schwefelsäure wurden folgende Anteile an primärer Schwefelsäure (hergestellt aus Lagerstätten-Schwefel) und sekundärer Schwefelsäure (hergestellt aus in Raffinerien zurückgewonnenem Schwefel) angenommen:

Anteil sekundäre Schwefelsäure (Herstellung in Raffinerien): 0,8

Anteil primäre Schwefelsäure (aus Lagerstätten in Polen): 0,2

Bezeichnung	**Quelle**	**Bemerkung**	**Datenqualität** (→Tab. B-23)
Abbau Phosphatgestein, Kalzinierung, grüne Phosphorsäure, Aufkonzentrierung, Reinigung, Neutralisation, Raffinatbehandlung	[18] (LANDBANK) [11] (IFEU)		Ac/Bb/Ca/Db
Sprühtrocknung und Kalzinierung	[19] (Ullmann)		Ad/Bb/Cb/Dc
Kalk	[9] (BUWAL)		Ac/Bc/Ca/Db
Natriumcarbonat	[20](Anonymus)		Ac/Bc/Ca/Db
Natriumhydroxid (50 %)	[10] (APME)		Aa/Bb/Ca/Da

Tab. B-13: Bilanzierte Zwischenprodukte und -prozesse für die Herstellung von Phosphorsäure und Phosphaten sowie die zugehörigen Quellen

Bezeichnung	**Quelle**	**Bemerkung**	**Datenqualität** (→Tab. B-23)
Schwefel, nach Fraschverfahren	[18] (LANDBANK)		Ac/Bb/Ca/Db
Schwefel, SeRo	[21] (Postleth-waite D. et al.)		Ab/Bb/Ca/Da
Kontaktverfahren	[9] (BUWAL)		Ad/Bb/Ca/Db

Tab. B-14: Bilanzierte Zwischenprodukte und -prozesse für die Herstellung von Schwefelsäure sowie die zugehörigen Quellen

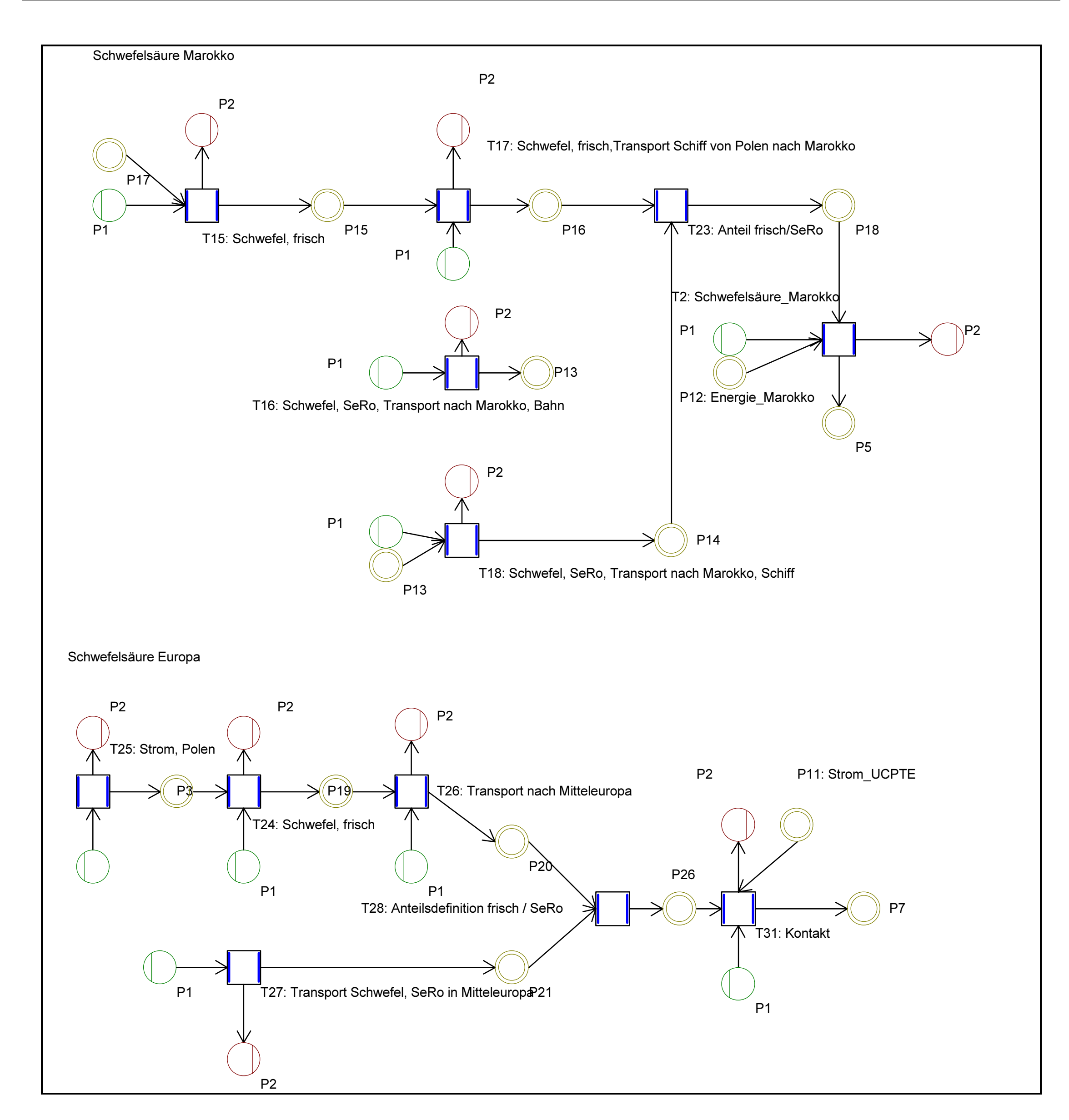


Abb. B-24: Prozeßstrukturierung der Bereitstellung von Schwefelsäure für Marokko und Westeuropa, Teilausschnitt ohne Energiebereitstellung

B.1.3.1.5 Silikate

Bei den hier betrachteten Silikaten handelt es sich um kristallwasserfreies Natriummetasilikat (Na_2OSiO_2) und Natriummetasilikat-Pentahydrat (Na_2OSiO_2-$5H_2O$).

Die Herstellung von kristallwasserfreiem Na_2OSiO_2 erfolgt durch Schmelzen von Sand mit Soda im Molverhältnis 1:1. Folgende Reaktionsgleichung liegt zugrunde: $Na_2CO_3 + SiO_2 \rightarrow Na_2OSiO_2 + CO_2$. Alternativ kann es auch durch die Trocknung einer Lösung entsprechender molarer Zusammensetzung in einer Wirbelschicht oder einem Trommel-Granulator hergestellt werden [22].

Natriummetasilikat-Pentahydrat (Na_2OSiO_2-$5H_2O$) wird durch definierte Zugabe von Wasser zu kristallwasserfreiem Natriummetasilikat hergestellt. Alternativ kann die

Herstellung auch durch Kristallisation aus einer Lösung mit entsprechender molarer Zusammensetzung erfolgen.

Zu beiden Produkten sind keine Sachbilanzdaten aus der Literatur bekannt. Die Daten zur Herstellung von Natriumsilikaten der EMPA-Studie [23] beziehen sich auf Natriumsilikate einer anderen molaren Zusammensetzung (Wasserglas), die durch hydrothermales Lösen hergestellt werden.

Zur Abschätzung der Sachbilanzdaten für die Natriummetasilikate wurde folgender Produktionsweg angenommen:

B.1.3.1.5.1 Kristallwasserfreies Natriummetasilikat

1. Herstellung einer Lösung von Natriummetasilikat durch hydrothermales Lösen von Natriumhydroxid und Sand: Abschätzung nach Daten aus EMPA [23] unter Berücksichtigung der veränderten Stöchiometrie.
2. Trocknung der Lösung zu kristallwasserfreiem Natriummetasilikat unter Berücksichtigung der Verdampfungsenthalpie und spezifischen Wärmekapazität des zu verdampfenden Wassers.

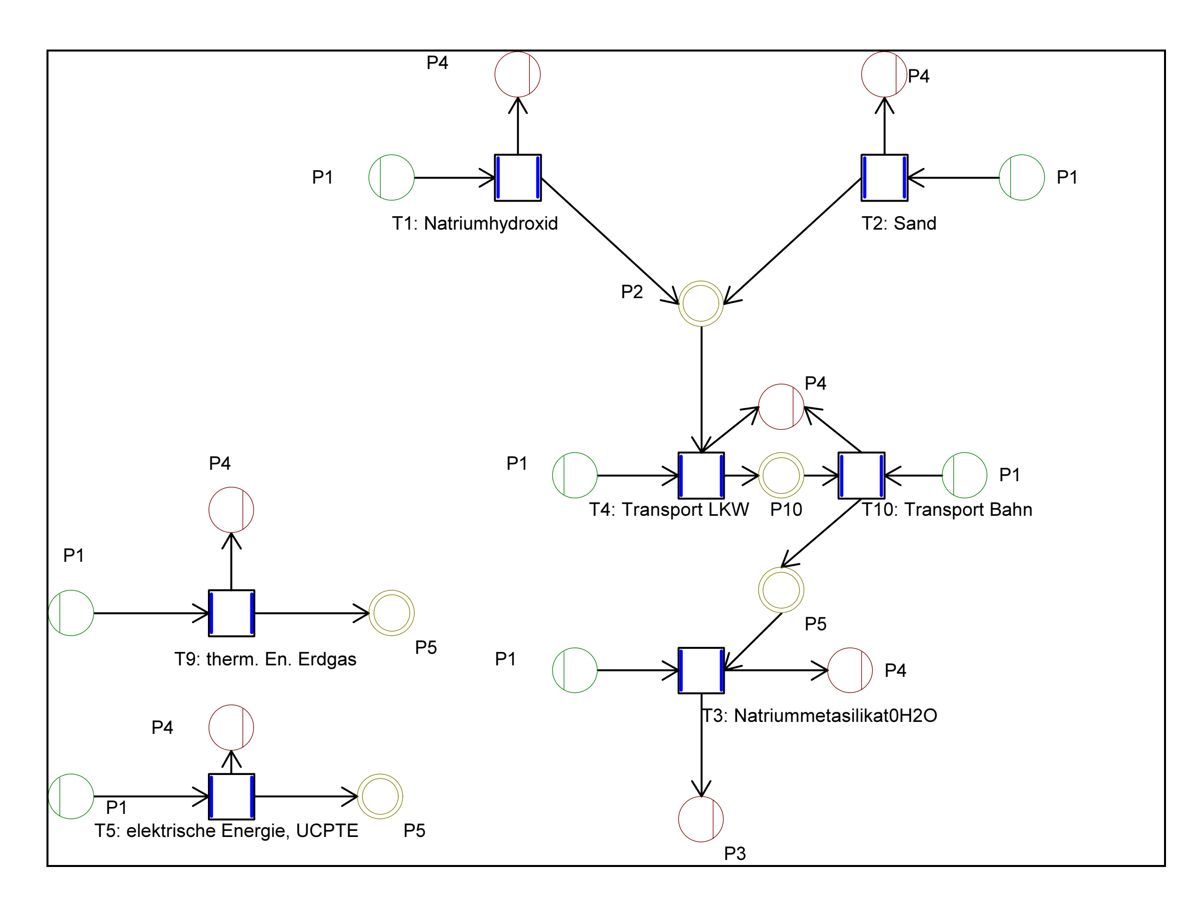


Abb. B-25: Prozeßstrukturierung der Herstellung von Natriummetasilikat-5H_2O bzw. wasserfreiem Natriummetasilikat

B.1.3.1.5.2 Natriummetasilikat - Pentahydrat

1. Herstellung einer Lösung von Natriummetasilikat durch hydrothermales Lösen von Natriumhydroxid und Sand: Abschätzung nach Daten aus EMPA [23] unter Berücksichtigung der veränderten Stöchiometrie.
2. Kristallisation der Lösung zu Natriummetasilikat-Pentahydrat. Der zusätzliche Energieaufwand zur Kristallisation wird vernachlässigt.

Bezeichnung	**Quelle**	**Bemerkung**	**Datenqualität** (→Tab. B-23)
Natriumhydroxid, 50 %	[10] (APME)		Aa/Bb/Ca/Da
Sand	[23] (EMPA)		Ac/Bb/Ca/Db
Natriummetasilikat-5H_2O	[22] (Ullmann)		Ad/Bb/Cc/Dc
wasserfreies Natriummetasilikat	[22] (Ullmann)		Ad/Bb/Cc/Dc

Tab. B-15: Bilanzierte Zwischenprodukte und -prozesse für die Herstellung von kristallwasserfreiem Natriummetasilikat und Natriummetasilikat-5H_2O sowie die zugehörigen Quellen

B.1.3.1.6 Natriumhydroxid

Natriumhydroxid wird als 50%ige Lösung und als wasserfreies Produkt eingesetzt. Für die 50%ige Lösung wird der Datensatz aus APME [10] herangezogen. Der Energiebedarf zur Herstellung von wasserfreiem Natriumhydroxid wird vereinfachend durch die Verdampfungsenthalpie und die spezifische Wärmekapazität von Wasser abgeschätzt.

Bezeichnung	**Quelle**	**Bemerkung**	**Datenqualität** (→Tab. B-23)
Natriumhydroxid (50 %)	[10] (APME)		Aa/Bb/Ca/Da
Natriumhydroxid (100 %)		Abschätzung	Ae/Ba/Cb/Dc

Tab. B-16: Bilanzierte Zwischenprodukte und -prozesse für die Herstellung von Natriumhydroxid sowie die zugehörigen Quellen

B.1.3.1.7 Mineralölbasierte Korrosionsschutzmittel

Entsprechende Korrosionsschutzmittel bestehen hauptsächlich aus Mineralölkohlenwasserstoffen mit unbekannten Beimischungen an Additiven und Emulgatoren. Zur Abschätzung des Produktionsaufwandes wurden Daten zur Benzinherstellung herangezogen, da keine Daten zur Produktion der gesuchten Mineralölkohlenwasserstoffe vorliegen, der Produktionsaufwand in Raffinerien und anschließenden Modulen jedoch ähnlich ist (auch wenn sich die Produkte in Konsistenz und chemischem Verhalten deutlich unterscheiden). Genauere Erläuterungen zur Vorgehensweise bei der Abschätzung des Produktionsaufwandes von Mineralölprodukten sind in Kapitel B.1.3.3 enthalten. Zur Umrechnung der Daten der Originalstudie [24] wurden folgende Parameter angenommen:

Unterer Heizwert Erdöl: 40.000 kJ/kg

Unterer Heizwert Benzin: 42.800 kJ/kg

Primärenergiefaktor: 1,24

Der Primärenergiefaktor gibt das Verhältnis von gefördertem Rohöl zu produziertem Benzin, bezogen auf den Heizwert, an.

Die Herstellung der Additive/Emulgatoren wurden nicht in die Bilanz einbezogen.

Bezeichnung	**Quelle**	**Bemerkung**	**Datenqualität** (→Tab. B-23)
Benzin	[24] (GEMIS)		Aa/Bb/Ca/Da

Tab. B-17: Bilanzierte Zwischenprodukte und -prozesse für die Herstellung von mineralölbasierten Korrosionsschutzmittel sowie die zugehörigen Quellen

B.1.3.1.8 Komplexbildner

Als organischer Komplexbildner wurde Natriumgluconat eingesetzt, das durch Neutralisation von Gluconsäure mit Natronlauge hergestellt wird. Gluconsäure wird aus Glucose durch Fermentation gewonnen. Glucose wird durch die biogene hydrolytische Spaltung von Kartoffel- oder Maisstärke gewonnen.

Der Anbau der pflanzlichen Rohstoffe ist ab der Aussaat bzw. dem Setzen der Stecklinge bilanziert. Die Düngemittelherstellung und die Bodenbearbeitung sind berücksichtigt.

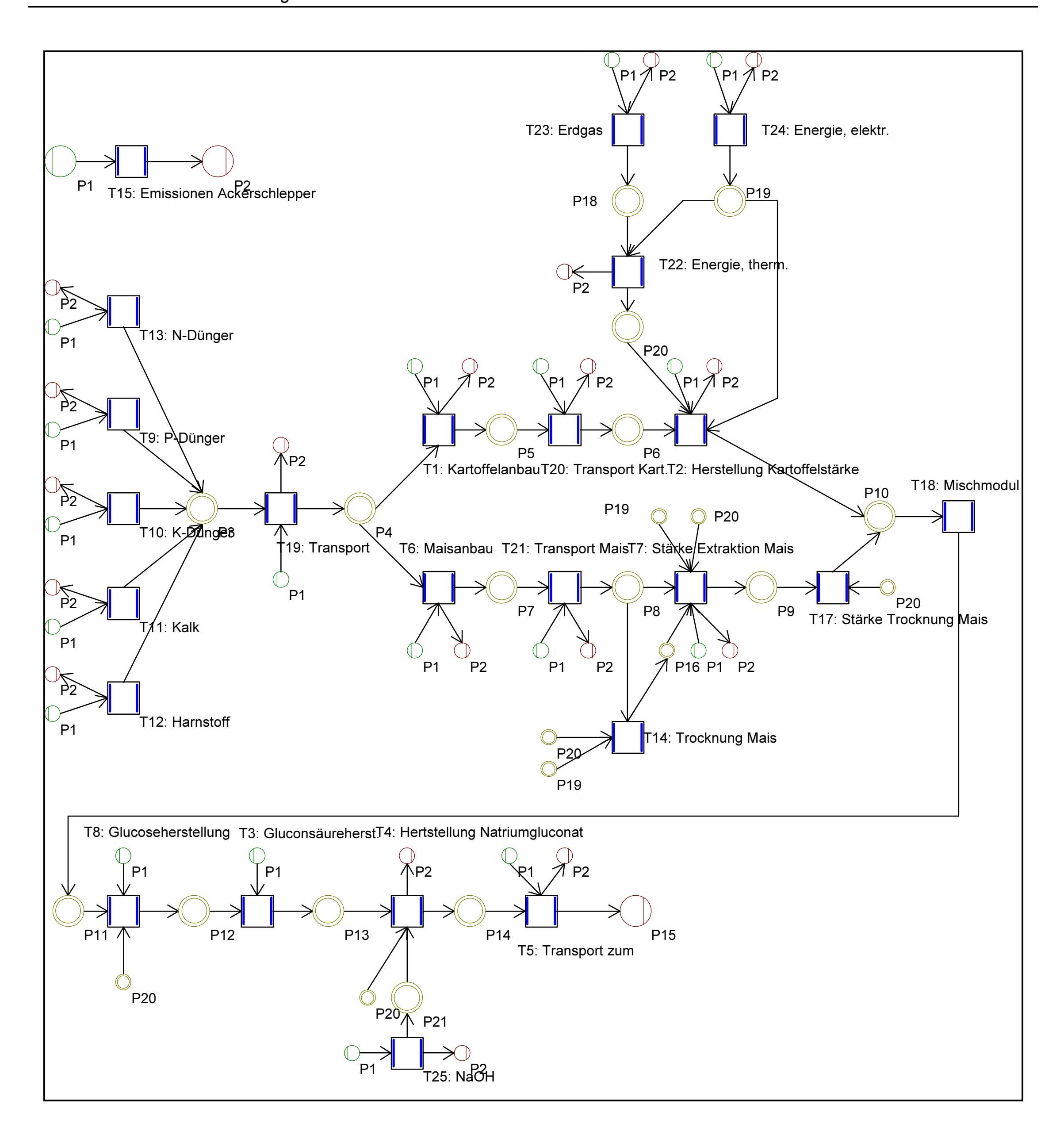


Abb. B-26: Prozeßstrukturierung der Herstellung von Natriumgluconat

Bezeichnung	**Quelle**	**Bemerkung**	**Datenqualität** (→Tab. B-23)
N-Dünger P-Dünger K-Dünger	[11] (IFEU)		Ab/Bb/Ca/Da
Kalk	[9] (BUWAL)		Ac/Bc/Ca/Db
Harnstoff	[25] (Patyk, A.; Reinhardt, G.)		Ab/Bb/Ca/Da
Emissionen Ackerschlepper	[12] (IFU und IFEU)		Ad/Bb/Ca/Da
Kartoffelanbau, Herstellung Kartoffelstärke, Maisanbau, Trocknung Mais, Stärke-Extraktion Mais, Stärke-Trocknung Mais	[9] (BUWAL)		Ab/Bb/Ca/Da
Glucoseherstellung, Gluconsäureherstellung, Herstellung Natriumgluconat	[26] (Ullmann)		Ad/Ba/Cc

Tab. B-18: Bilanzierte Zwischenprodukte und -prozesse für die Herstellung von Natriumgluconat sowie die zugehörigen Quellen

B.1.3.1.9 Entsalztes Wasser

Die Herstellung entsalzten Wassers als Bestandteil einer Reinigerrezeptur hat hinsichtlich der ökologischen Relevanz im Vergleich zu den anderen Inhaltsstoffen eine untergeordnete Bedeutung. Es wird ein zweistufiges Ionentauschverfahren betrachtet (Kombination stark sauer / stark basisch), mit Trinkwasser als Input. Die Bereitstellung des Trinkwassers und die Transporte sind nicht berücksichtigt.

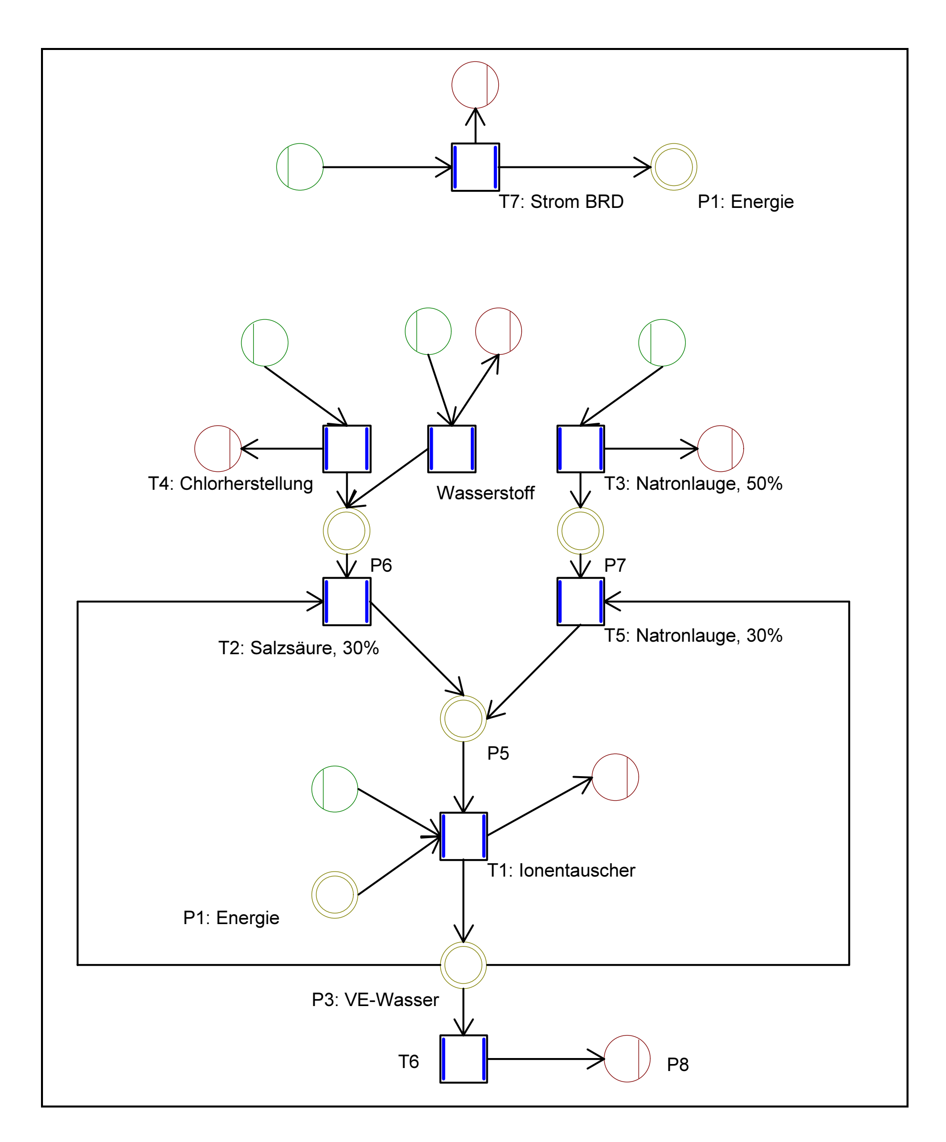


Abb. B-27: Prozeßstrukturierung der Herstellung von entsalztem Wasser

Bezeichnung	**Quelle**	**Bemerkung**	**Datenqualität** (→Tab. B-23)
Chlor	[10] (APME)		Aa/Bb/Ca/Da
Wasserstoff	[10] (APME)		Aa/Bb/Ca/Da
Natronlauge (50 %)	[10] (APME)		Aa/Bb/Ca/Da
Natronlauge (30 %)		Mischungsrech-nung	Cb/Dc

Tab. B-19: Bilanzierte Zwischenprodukte und -prozesse für die Herstellung von entsalztem Wasser sowie die zugehörigen Quellen

B.1.3.1.10 Sonstige Inhaltsstoffe

Ein Inhaltsstoff oberhalb der Abschneidekriterien, der nicht mit Daten belegt werden konnte, ist Borax ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$). Für diesen Stoff ist eine Sachbilanzstudie der CEFIC in Arbeit, die noch im Laufe des Jahres 1998 erscheinen soll. In die vorliegenden Untersuchungen konnte diese Studie nicht mehr einfließen. Es wird eingeschätzt, daß die fehlenden Werte die Ergebnisse nicht signifikant beeinflussen.

B.1.3.2 Chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW)

Die betrachteten chlorierten Lösemittel sind Trichlorethen (=TRI, Trichlorethylen) und Perchlorethen (=PER, Perchlorethylen). Aufgrund der langen Standzeiten in modernen Anlagen und der damit verbundenen thermischen Belastung werden die Lösemittel bereits vom Hersteller mit Stabilisatoren versetzt, um eine spontane, thermische, hydrolytische oder metallkatalytische Zersetzung zu vermeiden bzw. zu verringern. Die Stabilisatoren werden zum Teil auch zusätzlich vom Anwender nachdosiert. Im ausgelieferten Produkt liegen die Stabilisatoren in Trägermedien (Carrier-Medium) vor und haben darin einen Anteil von 5 - 10 %. Die Trägermedien sind meistens das Lösemittel selbst oder Mineralöle. Insgesamt ergibt sich ein Anteil der Stabilisatoren von meist wesentlich kleiner 3 % am Gesamtinput. Daher wird die Produktion der Stabilisatoren hier nicht betrachtet.

Perchlorethen (PER) und Trichlorethen (TRI) werden im Chlorverbund der Chlorindustrie zusammen mit weiteren chlorierten Produkten hergestellt. Der Hauptherstellungsweg ist die direkte Chlorierung von Ethen zu Dichlorethan und eine darauf folgende Reihe von Oxochlorierungsreaktionen. Die Gesamtreaktion des Produktionsverbundes kann folgendermaßen beschrieben werden:

$C_2H_4 + Cl_2 \rightarrow C_2H_4Cl_2$

$8\ C_2H_4Cl_2 + 6\ Cl_2 + 7\ O_2 \rightarrow 4C_2HCl_3 + 4C_2Cl_4 + 14\ H_2O$

Die European Chlorinated Solvent Association (ECSA) hat mit dem Bericht Ecoprofile of Chloroethenes [27] eine Sachbilanz für die Produktion von TRI und PER in Westeuropa vorgelegt, die in dieses Projekt als Datengrundlage diente.

Es muß auf folgenden Sachverhalt hingewiesen werden:

Ein größerer westeuropäischer Produzent verursacht sehr hohe Emissionen bei chlorierten VOCs, Dichlorethan und Vinylchlorid. Es wurde in der Studie darauf hingewiesen, daß dieser Produzent Emissionsminderungstechniken installieren wird, die diese Emissionen wesentlich reduzieren werden (Werte siehe Originalstudie). Auf Anfrage beim ECSA Group Manager Peter G. Johnson [28], produziert dieser Produzent weder in Deutschland, noch beliefert er den deutschen Markt. Für den deutschen Markt können daher die niedrigeren Werte gewählt werden, wobei allerdings die anteilig höheren Aufwendungen für die Emissionsvermeidung und die eventuelle Emissionsverlagerung zu Abfall oder Wasser nicht berücksichtigt werden.

Da als Bezugsbilanzraum in diesem Projekt Deutschland definiert ist, wurden die verminderten Emissionen als Datengrundlage herangezogen.

Eine graphische Darstellung des Produktionsweges ist in der Originalstudie [27] nicht enthalten.

Bezeichnung	Quelle	Bemerkung	Datenqualität (→Tab. B-23)
Perchlorethen	[27], [28]	Bezugsbilanzraum Deutschland: verminderte Werte bei chlorierten VOC, Dichlorethan und Vinylchlorid	Aa/Ba/Ca/Da
Trichlorethen	[27], [28]		Aa/Ba/Ca/Da

Tab. B-20: Quellen für die Sachbilanzdaten der Herstellung von Perchlorethen und Trichlorethen

B.1.3.3 Nicht halogenierte Kohlenwasserstoffe (NHKW)

Als nicht halogenierte Lösemittel (NHKW-Reiniger) werden bei Reinigungssystemen in der industriellen Teilereinigung hauptsächlich Gemische aus entaromatisierten Testbenzinen und synthetischen Isoparaffinen eingesetzt. Diese Lösemittel haben bei den NHKW-Reinigern einen Marktanteil von etwa 60 - 80 %.

Entaromatisierte Testbenzine sind eng gefaßte Schnitte aus der Erdölaufbereitung, die sowohl iso-, n- als auch cyclo-Paraffine enthalten.

Synthetische iso-Paraffine fallen als Kuppelprodukt bei der Herstellung von Treibstoffen (Benzin) in Erdöl- Raffinerien an. Es handelt sich dabei um Isoparaffine, die zu schwer für Treibstoffe sind. Sie entstehen bei der Alkylierung von leichten iso-Paraffinen und Olefinen oder bei der Polymerisierung von Olefinen (z.B. Propen, Buten aus katalytischen Crackprozessen).

Für beide Produkte stehen keine spezifischen Daten zur Verfügung. Allerdings wurden von der Hydrocarbon Solvent Producer Association (HSPA) Eckdaten für die Produktion von entaromatisierten Testbenzinen zur Verfügung gestellt [29].

Zur Abschätzung der Sachbilanzdaten wurde in Anlehnung an die Studien GEMIS [24] und ‘Ökoinventare für Energiesysteme’ [30] folgendermaßen vorgegangen:

Betrachtet wird das System "Rohöl-Exploration, Rohöl-Förderung /-Reinigung, Ferntransport, Raffinerie, Transport zu Regionallagern" unter Berücksichtigung der Nebenprozesse.

- Für die Prozeßkette "Rohöl-Exploration, Rohöl-Förderung /-Reinigung, Ferntransport" wird der kumulierte Datensatz "Rohöl ab Ferntransport" der Studie ‘Ökoinventare für Energiesysteme’ [30] zugrunde gelegt.

- Zur Abschätzung der Produktionsdaten in der Raffinerie wurde folgendermaßen vorgegangen:
  Synthetische iso-Paraffine und entaromatisierte Testbenzine werden in Raffinerien zusammen mit weiteren Produkten, wie Heizöl, Dieselkraftstoff, Benzin, Kerosin und Gasen hergestellt. Entsprechend der Verfahrensweise in den obengenannten Studien wurden Rohstoffverbrauch und Emissionen der Raffinerien entsprechend produktspezifischer Gewichtungsfaktoren auf die einzelnen Produkte aufgeteilt. Die Gewichtungsfaktoren berücksichtigen die Tatsache, daß sich die Herstellungsaufwendungen für bestimmte Produkte innerhalb der Raffinerie z.T. deutlich unterscheiden. Maßgebend für die Ermittlung der Gewichtungsfaktoren ist der Anteil des Eigenenergieverbrauches einer Raffinerie am jeweiligen Produkt.

Die Gewichtungsfaktoren für bisher in der Literatur [30] betrachtete Produkte sind nachfolgend aufgelistet:

Produkt	**spezifischer Gewichtungsfaktor**
Heizöl S	1,0
Heizöl EL	0,5
Dieselkraftstoff	0,5
Kerosin	0,5
Benzin	2,0
Propan / Butan	1,5
Raffineriegas	1,0

Tab. B-21: Gewichtungsfaktoren für die produktspezifische Aufteilung des Rohstoffverbrauches und der Emissionen von Raffinerien

Aufgrund der für synthetische iso-Paraffine zutreffenden Prozeßketten wurde, wie bei Benzin, der Gewichtungsfaktor 2 angenommen. Für entaromatisierte Testbenzine wurde der Gewichtungsfaktor 1 angenommen. Additive, die bei der Herstellung von Benzin und weiteren Produkten zum Einsatz kommen, wurden für synthetische iso-Paraffine und entaromatisierte Testbenzine nicht in die Bilanz einbezogen.

Die Daten für die Produktion von entaromatisierten Testbenzinen wurden mit den Eckdaten der HSPA [29] zu Energieverbrauch, Kohlendioxidemissionen, Stickoxidemissionen und Schwefeldioxidemissionen überprüft und stimmen gut überein.

Die einzelnen NHKW- Reiniger unterscheiden sich untereinander laut Angabe der HSPA in den Herstellungsaufwendungen nur unwesentlich.

Bezeichnung	Quelle	Bemerkung	Datenqualität (→Tab. B-23)
Erdöl ab Ferntransport Raffinerie	[30] (Frisch-knecht, R. et al.)		Ab/Bb/Ca/Da Aa/Bb/Ca/Da

Tab. B-22: Bilanzierte Zwischenprodukte und -prozesse für die Herstellung von synthetischen iso-Paraffinen und entaromatisierten Testbenzinen sowie die zugehörigen Quellen

B.1.3.4 Sonstige Hilfs- und Betriebsstoffe

Druckluft

Für die betriebsinterne Bereitstellung von Druckluft wurde ein durchschnittlicher Stromverbrauch von 0,4 MWh/m^3 angenommen, der aus eigenen Datenerhebungen resultiert.

Kühlwasser

Es wurde der Energiebedarf von industriellen Kälteaggregaten bilanziert, der bei den hier betrachteten Reinigungsanlagen beispielsweise zur Bereitstellung von Kühlwasser bei der Lösemittelrückgewinnung (Destillation) auftritt. Das eingesetzte Kühlwasser wird im Kreislauf geführt und daher nicht mitbilanziert. Die Kühlwasserverluste sind vernachlässigt. Eigene Erhebungen ergaben einen Stromverbrauch von ca. 0,1 kWh pro 1.000 kJ zu kühlende Abwärme.

Trinkwasser

Die Bereitstellung von Trinkwasser wird aufgrund der im Vergleich zu weiteren Einsatzstoffen geringen Aufwendungen zur Herstellung vernachlässigt.

Salzsäure (33 %)

Salzsäure wird zur Regenerierung von Ionentauschern eingesetzt. Sie wird durch das Einleiten von Chlorwasserstoff in Wasser hergestellt. Der überwiegende Anteil von Chlorwasserstoff fällt als Nebenprodukt bei Chlorierungsreaktionen von organischen Substanzen an. Da keine Literaturdaten für diesen Produktionsweg vorliegen wird die direkte Reaktion $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2\ HCl$ zur Herstellung reiner Salzsäure zugrunde gelegt. Für die Sachbilanz werden Daten aus APME [10] verwendet.

Waschbenzin

Waschbenzin wird in einem Fall zur Reinigung der Destille nach dem Entleeren verwendet. Es besteht aus entaromatisierten Testbenzinen. Daher kommt der gleiche Datensatz zur Anwendung, wie für das Löse- und Reinigungsmittel "entaromatisierte Testbenzine" (siehe Kapitel B.1.3.3).

B.1.3.5 Datenqualität

Mit Ausnahme von Borax (Bestandteil eines Builders) konnten zu allen Reinigungsmitteln bzw. Hilfs- und Betriebsstoffen Daten ermittelt oder abgeschätzt werden. Dadurch kann von einer für einen Systemvergleich ausreichenden Symmetrie der Datenlage ausgegangen werden.

Die Datenqualität wird von verschiedenen Kriterien beeinflußt, die jeweils unterschiedliche Aspekte der Qualität charakterisieren. Durch eine Auswahl von Qualitätsindizes in Tab. B-23 wird versucht, eine Einschätzung der Datenqualität zu ermöglichen, obgleich die Zuordnung entsprechender Indizes die Qualität eines Datensatzes nicht unbedingt richtig und vollständig beschreibt. Insbesondere bei Datensätzen aus der Literatur, die eine Vielzahl von Einzelprozessen in sich integrieren, ist es kaum möglich, zu einer abgesicherten Beurteilung der Datenqualität zu gelangen.

Für die bei der Bilanzierung der Reinigungsmittel sowie der Hilfs- und Betriebsstoffe zugrunde gelegten Datensätze wurde jeweils eine Einschätzung der Datenqualität anhand der Indizes in Tab. B-23 vorgenommen.

Eine Aussage zu den einzelnen Qualitätskategorien kann jedoch nicht immer getroffen werden. Die Kategorie "C a" ist kein Kriterium für den Umfang bzw. die Vollständigkeit der Liste der erfaßten Sachbilanzparameter, sondern gibt nur einen Hinweis darauf, ob überhaupt Aussagen zu prozeßspezifischen Emissionen in dem Datensatz gemacht werden.

Obwohl alle aus der Literatur herangezogenen Sachbilanzstudien den methodischen Anforderungen für Sachbilanzen gemäß ISO/EN/DIN 14040 genügen oder entsprechend modifiziert wurden, beruhen sie teilweise auf unterschiedlichen methodischen Konventionen, Annahmen und quantitativ und/oder qualitativ unterschiedlichen Datensätzen (z.B. verschiedene Annahmen bei der Bereitstellung der thermischen oder elektrischen Energie). Teilweise bestehen auch Datenlücken innerhalb der Prozeßketten. Die Auswirkungen dieser Unterschiede auf das Ergebnis sind nur schwierig quantifizierbar.

Diese Inhomogenität der Datenstruktur tritt sowohl zwischen den Bilanzen der einzelnen Reinigungsmittel wäßrige Reiniger, NHKW-Reiniger, CKW-Reiniger als auch im Falle der wäßrigen Reinigung innerhalb der Bilanzen zu den einzelnen Inhaltsstoffen auf.

Da der Einfluß der Herstellung der Reinigungsmittel und der Hilfs- und Betriebsstoffe auf die einzelnen Gesamtsysteme jedoch relativ gering ist, kann davon ausgegangen werden, daß die bestehenden Inhomogenitäten keinen signifikanten Einfluß auf das Ergebnis eines Vergleiches haben.

Qualitätsindex	A Entstehung der Daten
A a	von Herstellern und Experten verifizierte Angaben
A b	aus verifizierten Literaturangaben berechnete Daten
A c	Schätzungen durch Hersteller / Experten
A d	Schätzungen aus Literaturangaben
A e	grobe Schätzung
	B Zeitbezug
B a	Bezugszeitpunkt der Daten nach 1995
B b	Bezugszeitpunkt der Daten zwischen 1990 und 1995
B c	Bezugszeitpunkt der Daten vor 1990
	C Vollständigkeit
C a	vollständiger Datensatz
C b	Angabe von Energiebedarf, Roh- und Hilfsstoffen und Produkten
C c	unvollständige Angaben
	D Datentyp
D a	repräsentativer Mittelwert
D b	Mittelwert aus mehreren Einzelwerten
D c	Einzelwert

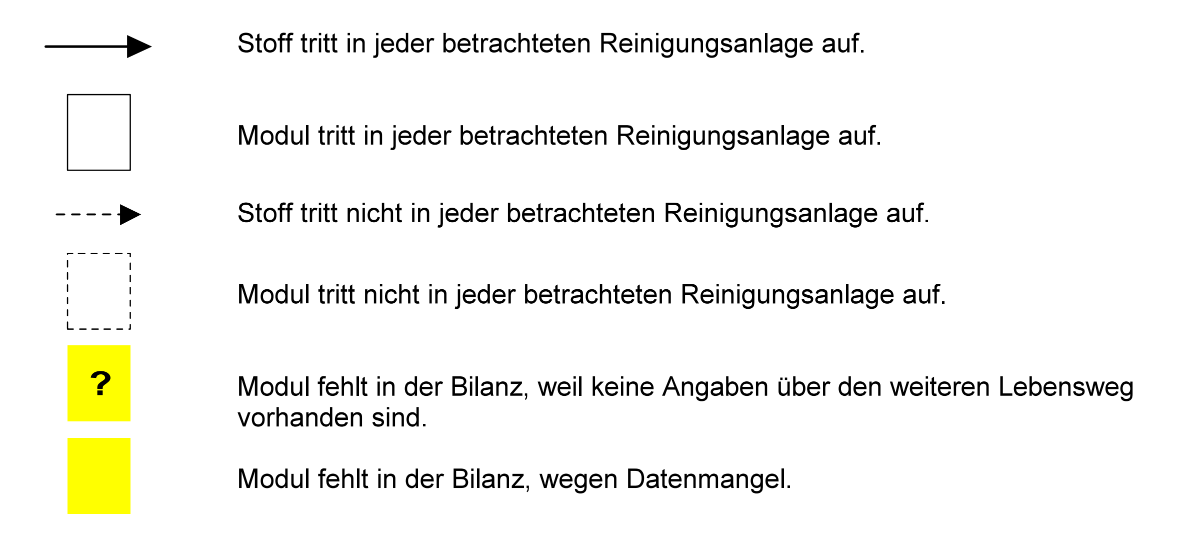
Tab. B-23: Indizes zur Einschätzung der Qualität von Sachbilanzdaten

B.1.4 Verwertung und Entsorgung

B.1.4.1 Der Entsorgungssplit

Die Entsorgung der Abfälle aus CKW-Anlagen

Abb. B-28 stellt die ermittelten Abfallströme und die Entsorgungsprozesse für die bilanzierten CKW-Reinigungsanlagen dar. Der Darstellung ist folgende Symbolik zugrundegelegt:



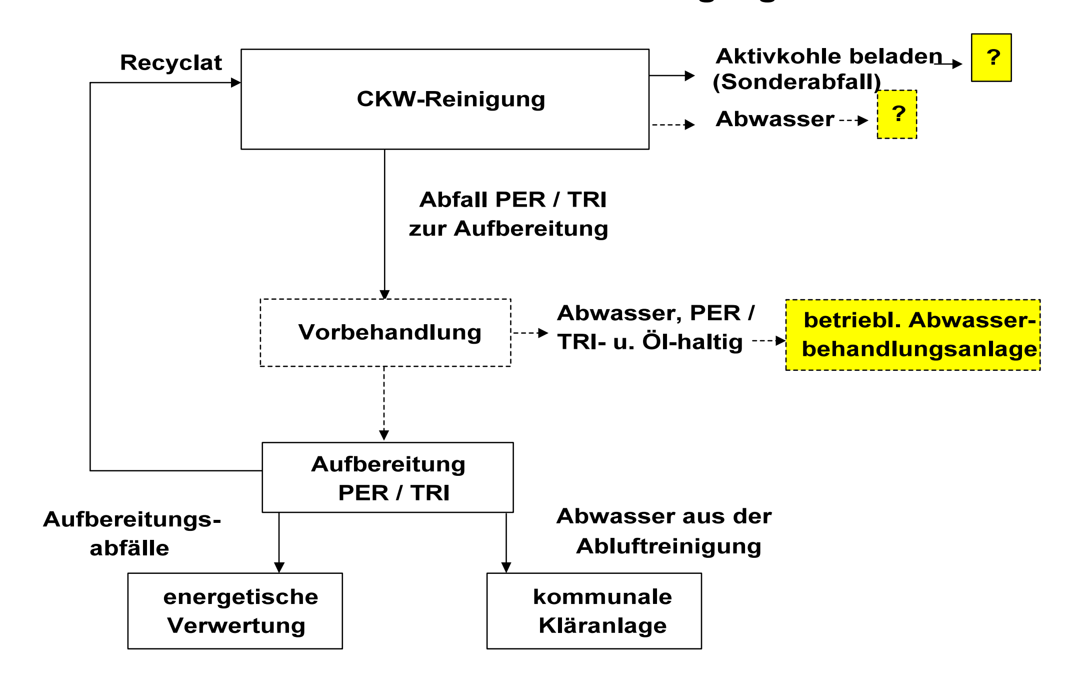


Abb. B-28: Die Entsorgung der Abfälle aus CKW-Anlagen

Wie aus obiger Darstellung deutlich wird, sind an den betrachteten Anlagen C2, C3, C4 und C6 jeweils unterschiedliche Abfallströme zu bilanzieren. Einige Abfallströme treten nur an einem Teil der Anlagen auf und die konkreten Abfallströme unterscheiden sich bzgl. ihrer Spezifikation.

Die nachfolgende Tabelle nennt die Ergebnisse aus der Datenerhebung zu den jeweiligen Abfallströmen, deren Spezifikation und deren Entsorgungspfad für jede der untersuchten CKW-Reinigungsanlagen. Zu beachten ist für die Modellierung des weiteren Entsorgungspfades, daß die stoffliche Zusammensetzung der Abfallströme nicht nur zwischen den einzelnen Anlagen sondern auch zwischen Original-, betriebsspezifischen (abgekürzt durch "bs") und anlagenspezifischen (abgekürzt durch "as") Datensätzen variiert.

Abfallart	LAGA-Nr.:	Anlage / Erzeugungsprozeß	Spezifikation	Entsorgungsweg
Abfall PER	55209	C2 as C2 bs	PER 36,8 % Öl 48,2 % H2O 15 %	Vorbehandlung (Wasserabspaltung) und PER-Aufbereitung
Abfall PER	55209	C3 original	PER 89,9 % Öl 7,7 % H2O 2,4 %	Vorbehandlung (Wasserabspaltung) und PER-Aufbereitung
Abfall PER	55209	C3 as	PER 66,6 % Öl 33,4 % H2O 0%	PER-Aufbereitung
Abfall PER	55209	C3 bs	PER 68,6 % Öl 31,4 % H2O 0%	PER-Aufbereitung
Abfall TRI	55213	C4 as C4 bs	TRI 90,7 % Öl 9,3 % H2O 0%	TRI-Aufbereitung
Abfall TRI	55213	C6 as C6 bs	TRI 55,0% Öl 45,0 % H2O 0%	TRI-Aufbereitung
Aktivkohle, beladen		C2 as, bs C3 original, as, bs C4 as, bs C6 as, bs	Sonderabfall, Datenlücke bzgl. Elementarzu-sammensetzung	Der weitere Lebensweg ist in der Sachbilanz abgeschnitten; in der Wirkbilanz wird die Aktivkohle auf die Kategorie Sonderabfall abgebildet.
Abwasser / Kontakt-wasser	unbe-kannt außer C6: 55224	C2 as, bs C3 original C6 as, bs	unbekannt	Betriebliche Abwasser-reinigung bzw. Indirekt-einleitung; wird wegen Datenmangel abgeschnitten.
Abwasser	unbe-kannt	Vorbehandlung Abfall PER (Wasserabspaltung)	Öl- und PER- bzw. TRI-haltig	Betriebliche Abwasser-reinigung; wird wegen Datenmangel abgeschnitten.
Abwasser aus biologische r Abluft-reinigung		Aufbereitung PER / TRI	Elementarzus. mit CSB, BSB, Phosphat, AOX gemäß Angabe Verwerter	kommunale Kläranlage
Auf-bereitungs-abfälle	55220	Aufbereitung PER / TRI	Lösemittelge-misch, halogen-haltig, stoffliche Analyse gemäß Angabe Verwerter	Energetische Verwertung im Zementwerk

Tab. B-24: Abfallarten und Entsorgungswege für die CKW-Anlagen

Die Entsorgung der Abfälle aus NHKW-Anlagen

Die Entsorgungsstruktur für die Abfällströme der bilanzierten NHKW-Anlagen wird in Abb. B-29 zusammenfassend dargestellt. Es wird die gleiche Symbolik wie in Abb. B-28 verwendet.

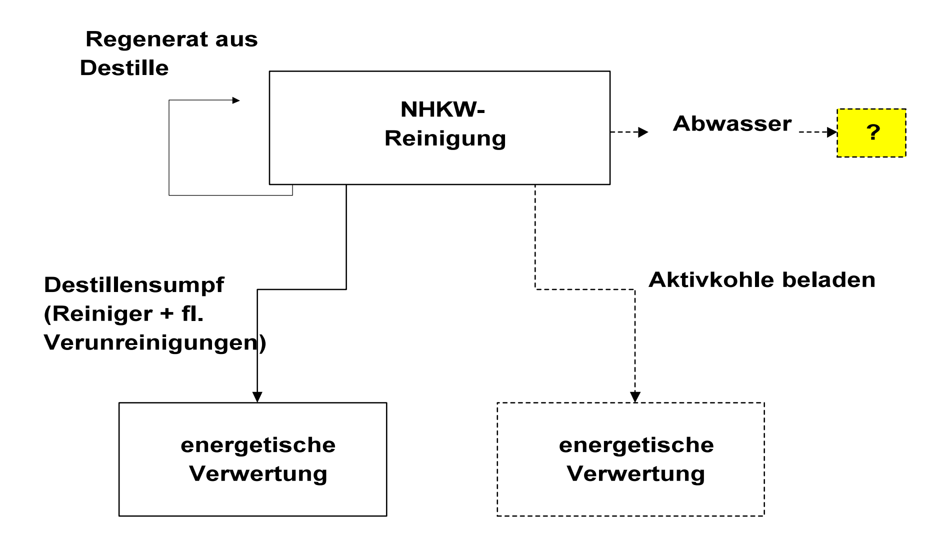


Abb. B-29: Die Entsorgung der Abfälle aus NHKW-Anlagen

Tab. B-25 zeigt die Ergebnisse der Datenerhebung und nennt für jede der NHKW-Anlagen (K2, K3, K4, K6) sowie zu den anlagen- und betriebsspezifischen Simulationsrechnungen die jeweils zu berücksichtigenden Abfallströme, deren Detailspezifikation sowie deren Entsorgungsweg.

Abfallart	LAGA-Nr.:	Anlage / Erzeugungs-prozeß	Spezifikation	Entsorgungsweg
Destillensumpf (Reiniger + flüssige Verunreinigung)	54113	K2 bs K2 as	Ölgehalt 89,7 Vol% Dichte 0,86 g/cm³ Reiniger: Isoparaffin Elementaranalyse bekannt	Energetische Verwertung im Zementofen
Destillensumpf (Reiniger + flüssige Verunreinigun-gen)	55370	K3 original K3 bs K3 as	Ölgehalt: 29,0 Vol% Dichte: 0,78 g/cm³ Reiniger: Isoparaffin Elementaranalyse bekannt	Energetische Verwertung im Zementofen
Destillensumpf (Reiniger + flüssige Verunreinigun-gen)	54113	K4 original K4 bs K4 as	Ölgehalt: 80 Masse% Dichte: 0,84 g/cm³ Reiniger: Testbenzin Elementaranalyse bekannt	Der Ölsumpf wird zusammen mit anderen Ölen aus dem Betrieb entsorgt. Um eine analoge Modellierung für alle K-Anlagen zu gewährleisten, wird hier ebenfalls die Energetische Verwertung im Zementofen eingesetzt.

Destillensumpf (Reiniger + flüssige Verunreinigun-gen)	55326	K6 bs K6 as	Für die größte Ölsumpf-Fraktion: Ölgehalt: 70 Massen% Dichte: 0,82 g/cm³ Reiniger: entaromatisierte Testbenzine	Energetische Verwertung im Zementofen
Kontaktwasser	54408	K2 bs, as	Datenlücke bzgl. Elementarzusam-mensetzung	Der weitere Lebensweg ist unbekannt und wird daher abgeschnitten
Abwasser		K4 bs, as	erwärmtes Kühlwasser	Indirekteinleitung. Der weitere Lebensweg wird aufgrund Datenmangels abgeschnitten.

Tab. B-25: Abfallarten und Entsorgungs-/Verwertungswege für die NHKW-Anlagen.

Die Entsorgung der Abfälle aus der wäßrigen Reinigung

Die nachfolgende stellt die Abfallströme und die Entsorgungspfade für die Abfälle aus der wäßrigen Reinigung dar. Zur Erklärung der Symbolik s. Abb. B-28.

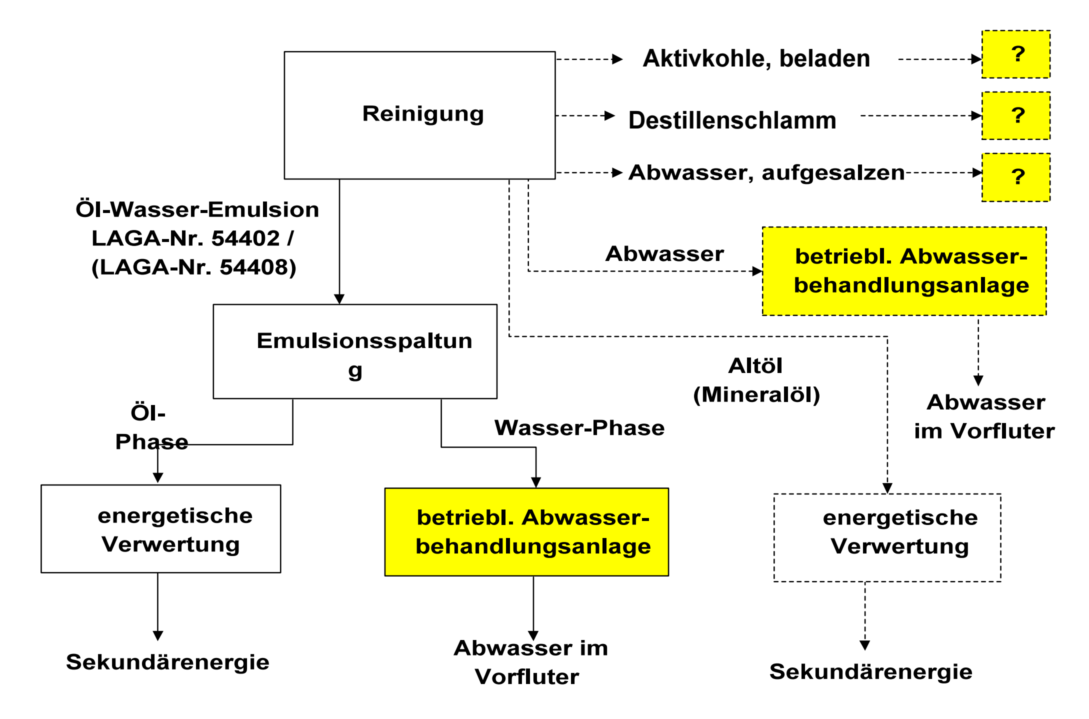


Abb. B-30: Die Entsorgung der Abfälle aus der wäßrigen Reinigung

Abfallart	LAGA-Nr.:	Anlage / Erzeugungs-prozeß	Spezifikation	Entsorgungsweg
Öl-Wasser-Emulsion	54408	W2 as.	Öl-Phase: 66 % Wasser-Phase: 34 % Aufspaltung Reiniger auf Öl-resp. Wasserphase rechnerisch ermittelt; Elementarzusammen-setzung bekannt	Emulsionsspaltung
Öl-Wasser-Emulsion	54408	W2 bs W2 original	Öl-Phase: 54 % Wasser-Phase: 46 % Aufspaltung Reiniger auf Öl-resp. Wasserphase rechnerisch ermittelt; Elementarzusammen-setzung bekannt	Emulsionsspaltung
Öl-Wasser-Emulsion	54402	W3 original W3 bs	Öl-Phase: ca. 30 % Wasser-Phase: ca. 70 % Aufspaltung Reiniger auf Öl-resp. Wasserphase rechnerisch erm.; Elementarzusammen-setzung bekannt	Emulsionsspaltung
Öl-Wasser-Emulsion	54402	W3 as	Öl-Phase: ca. 34 % Wasser-Phase: ca. 66 % Aufspaltung Reiniger auf Öl-resp. Wasserphase rechnerisch ermittelt; Elementarzusammen-setzung bekannt	Emulsionsspaltung
Öl-Wasser-Emulsion	54402	W4 as	Öl-Phase: 44 % Wasser-Phase: 56 % Aufspaltung Reiniger auf Öl-resp. Wasserphase rechnerisch ermittelt; Elementarzusammen-setzung bekannt	Emulsionsspaltung
Öl-Wasser-Emulsion	54402	W4 bs W4 original	Öl-Phase: 43 % Wasser-Phase: 57 % Aufspaltung Reiniger auf Öl-resp. Wasserphase rechnerisch ermittelt; Elementarzusammen-setzung bekannt	Emulsionsspaltung
Öl-Wasser-Emulsion	54402	W6 as W6 bs W6 original	Öl-Phase: 68 % Wasser-Phase: 32 % Aufspaltung Reiniger auf Öl-resp. Wasserphase rechnerisch ermittelt; Elementarzusammen-setzung bekannt	Emulsionsspaltung
Abwasser		W2 as W2 bs	Elementarzusammen-setzung bekannt, BSB und Abbaugrad CSB unbekannt	Betriebliche Abwasserbehandlung, der Lebensweg wurde aus Datenmangel abgeschnitten

Abwasser, aufgesal-zenes Trinkwasser		W4 as W4 bs	unbekannt	Der weitere Lebens-weg ist unbekannt und wurde aufgrund Datenmangels abgeschnitten
Abwasser		W6 as W6 bs	unbekannt	Abwasser wird zu-sammen mit Gesamt-betriebswasser be-handelt; der Lebens-weg wurde aufgrund Datenmangel abgeschnitten
Altöl	54113	W3 original W3 as, bs W4 as, bs	Altöl; Elementarzusammen-setzung bekannt	Energetische Verwertung im Zementofen
Altöl	54109	W6 as, bs	Altöl Elementarzusammen-setzung bekannt	Energetische Verwertung im Zementofen
Aktivkohle, beladen		W3 original W3 as, bs	unbekannt	Der weitere Lebensweg ist unbekannt und wird abgeschnitten; in der Wirkbilanz wird der Abfallstrom zur Kenn-größe "Abfall zur Be-handlung" abgebildet
Aktivkohle- / Adsorberharz kartuschen		W4 as W4 bs	unbekannt	Die Kartuschen werden aufbereitet, der weitere Lebensweg der Abfälle ist unbekannt und wird abgeschnitten, in der Wirkbilanz wird dieser Abfallstrom zur Kenngröße "Abfall zur Behandlung" abgebildet
Schlamm aus der Destille		W4 as W4 bs	Elementarzusammen-setzung teilweise be-kannt, Sondermüll	Der weitere Lebens-weg ist unbekannt und wird aus Daten-mangel abgeschnit-ten. In der Wirkbilanz wird der Abfallstrom auf die Kenngröße Sonderabfall abgebil-det
Öl-Phase		Emulsionsspaltung	stoffl. Zusammensetzung rechnerisch ermittelt aus der Spezifikation des jeweiligen Input-Stroms	Energetische Verwertung im Zementofen
Wasser-Phase		Emulsionsspaltung	stoffl. Zusammensetzung rechnerisch ermittelt aus der Spezifikation des jeweiligen Input-Stroms; BSB fehlt und Abbaugrad CSB unbekannt	Betriebliche Abwasserreinigungs-anlage; der Lebensweg wurde aus Datenmangel abgeschnitten

Tab. B-26: Abfallarten und Entsorgungswege für die wäßrigen Anlagen

B.1.4.2 Die Entsorgungsprozesse

Zur Beschreibung der Behandlung bzw. Verwertung aller Abfälle, wurden vom Fraunhofer IVV - unter Beachtung der variierenden Stoffspezifikation - folgende Datenmodule erstellt:

- **CKW-Recycling, Vorbehandlung Abfall Reiniger C (PER), mit den Varianten:**
  - C2 Vorbehandlung Abfall Reiniger C
  - C3 original, Vorbehandlung Abfall Reiniger C
- **CKW-Recycling: Aufbereitung Reiniger C, mit den Varianten:**
  - C2 Aufbereitung Reiniger C
  - C3 original, Aufbereitung Reiniger C
  - C3 verfahrensspez., Aufbereitung Abfall Reiniger C
  - C3 betriebsspez., Aufbereitung Abfall Reiniger C
  - C4 Aufbereitung Abfall Reiniger C
  - C6 Aufbereitung Abfall Reiniger C
- **Stickstoff-Herstellung aus Luftzerlegung**
- **Emulsion-Spaltung**, mit den Varianten:
  - W2 Emulsion-Spaltung, anlagenspez.
  - W2 Emulsion-Spaltung, original & betriebsspez.
  - W3 Emulsion-Spaltung, anlagenspez.
  - W3 Emulsion-Spaltung, original & betriebsspez
  - W4 Emulsion-Spaltung, anlagensspez.
  - W4 Emulsion-Spaltung, original & betriebsspez.
  - W6 Emulsion-Spaltung; original, as und bs
- **Energetische Verwertung, mit den Varianten:**
  - C Energetische Verwertung Aufbereitungs-Abfälle CKW-Recycling
  - K2 Energetische Verwertung Altöl
  - K3 Energetische Verwertung Altöl
  - K4 Energetische Verwertung Altöl
  - K6 Energetische Verwertung Altöl
  - K6 Energetische Verwertung beladene Aktivkohle
  - W2 Energetische Verwertung Altöl aus der Emulsions-Spaltung
  - W3 Energetische Verwertung Altöl aus der Emulsions-Spaltung
  - W3 Energetische Verwertung Altöl (LAGA-Nr. 54113)
  - W4 Energetische Verwertung Altöl aus der Emulsion-Spaltung
  - W4 Energetische Verwertung Altöl (LAGA-Nr. 54113)
  - W6 Energetische Verwertung Altöl (LAGA-Nr. 54109)
  - Energetische Verwertung Steinkohle
- **Kommunale Kläranlage**, mit den Varianten:
  - Kommunale Kläranlage für Abwasser aus der CKW-Aufbereitung
- **Standardmodule für Transporte:**
  - Entsorgung RM: Solo-Lkw 20-28t: Transport Frachtgewicht
  - Entsorgung RM: Solo-Lkw 20-28t: Transport Leerfahrt
- **Energiebereitstellung:**
  - Erdgas-Heizwerk (Entsorgung RM), Makromodul
  - Stromnetz BRD, gesamt (Entsorgung RM), Makromodul

Tab. B-27: Die Datenmodule zur Entsorgung / Verwertung

CKW-Recycling

Der Aufbereitung für PER und TRI ist in einigen Fällen eine Vorbehandlungsstufe vorgeschaltet.

Vorbehandlung Abfall Reiniger C (PER):

Dieser Prozeß dient der Abspaltung von Wasser vor der CKW-Aufbereitung. PER ist schwer wasserlöslich und setzt sich somit gut vom Wasser ab.

Annahmen: Die Abspaltung des Wassers erfolgt ohne Einsatz von Chemikalien und Energie. Nach dieser Trennung ist der Abfall Reiniger C wasserfrei und besteht somit nur aus PER und flüssigen Verunreinigungen.

Aufbereitung Reiniger C:

Die Daten zum Recycling von Perchlorethylen und Trichlorethylen stammen aus einem Erhebungsbogen, in dem die Firma Buchen Umweltservice GmbH dem Fraunhofer IVV die erforderlichen Daten für dieses Projekt zur Verfügung stellte. Die enthaltenen Angaben beziehen sich ausschließlich auf Perchlorethylen (LAGA-Nr. 55209). Nach Auskunft des Datenlieferanten ist die Aufbereitung von PER und TRI verfahrenstechnisch nahezu identisch, so daß die Daten auf das Recycling von TRI-Abfällen (LAGA-Nr. 55213) übertragen werden können

Die vorliegenden Werte basieren auf der Auswertung von Datenblättern des Jahres 1996.

Die Lösemittelrecycling-Anlage besteht aus Vorreinigungsanlagen und Rektifikationskolonnen. In den Vorreinigungsanlagen findet eine destillative Trennung organischer Lösungsmittel von Feststoffen in Form von Farbpigmenten etc. sowie eine Trennung von Leicht- und Höhersiedern (bezogen auf Öle und Wasser) statt. In den Rektifikationskolonnen werden die Lösemittelverunreinigungen aus den Rohdestillaten abgetrennt bis zur Erzielung einer bestimmten Redestillatqualität.

Die Bilanzierung geht von einem festen Wirkungsgrad (95 %) für die Rückgewinnung des Lösemittels aus, der für alle Beispiele zugrunde gelegt wird. Es kann jedoch keine Aussage darüber getroffen werden, ob dieser Rückgewinnungs-Wirkungsgrad über die gesamt Bandbreite an CKW-Abfälle aus der industriellen Teilereinigung erhalten wird.

An Abfällen aus dem Aufbereitungsprozeß entstehen halogenhaltige Destillationsabfälle (chlorarm), die einer energetischen Verwertung zugeführt werden, der Ablauf aus der biologischen Abluftreinigung wird einer kommunalen Kläranlage zugeführt (siehe entsprechende Abschnitte unten).

Stickstoff-Herstellung aus Luftzerlegung

Stickstoff wird bei der CKW-Aufbereitung als Vorprodukt eingesetzt.

Die Gase Sauerstoff, Stickstoff und Argon werden heute größtenteils aus Luftzerlegung gewonnen. Das Niederdruckverfahren ermöglicht es, alle drei Komponenten gleichzeitig aus der atmosphärischen Luft zu erhalten, die etwa folgende Zusammensetzung aufweist: ca. 78 % Stickstoff, 20,9 % Sauerstoff und 0,9 % Edelgase und 0,03 % Kohlendioxid (Angabe in Vol% und bezogen auf trockene Luft).

Bei diesem Verfahren wird die Luft auf ungefähr 6-7 bar verdichtet und gleichzeitig abgekühlt. Dadurch werden Wasser, Kohlendioxid und hochsiedende Kohlenwasserstoffe abgetrennt. Danach wird die abgekühlte Luft in eine Doppelrektifikationssäule geführt, wo eine Zerlegung in Stickstoff und mittelreinen Sauerstoff erfolgt. In der zweiten Säule geschieht dann die Feintrennung in Stickstoff und Sauerstoff. Die Flüchtigkeit des Argons liegt etwa zwischen derjenigen von Stickstoff und Sauerstoff. Es reichert sich deshalb in der Zwischenzone an, wo es entnommen und in einer speziellen Rektifikationskolonne gereinigt werden kann. Der Trennung schließen sich Verflüssigungs- und Verdichtungsschritte an.

Die Bilanzierung geht davon aus, daß die Gase Stickstoff, Argon und Sauerstoff gleichzeitig durch Luftzerlegung gewonnen werden. Die Ausbeute wurde zu 94 % angenommen. Es konnten keine Angaben über prozeßspezifische Emissionen gefunden werden. Für das Verdichten und Abkühlen der Luft sind 0,12 kWh Strom pro m³ Luft nötig.

Der Energieverbrauch für das Verflüssigen von Stickstoff wurde mit 0,5 kWh Strom /kg N2 angegeben. (Der Energieverbrauch für Verflüssigung von Argon 0,25 kWh/kg Argon und für Sauerstoff 0,5 kWh/kg O2). Unter Einbeziehung dieser Angaben bzw. weiterer Literatur wird der gesamte Stromverbrauch (inkl. Verdichten, Trennen, Verflüssigen) für die Herstellung von 1 kg Stickstoff auf ca. 2 MJ eingeschätzt. (ges. Energieverbrauch 2 MJ/pro kg Sauerstoff und 1,28 MJ/pro kg Edelgas)

Emulsions-Spaltung

In der Emulsionsspaltung wird der Abfallstrom aus der wäßrigen Reinigung in eine Öl-Phase und in eine Wasser-Phase getrennt. Die Daten sind Durchschnittsdaten über ein Jahr.

Bei der Quantifizierung der Outputmengen und der Spezifikation der Outputströme ist zu unterscheiden, wie sich der Inputstrom bzgl. Öl und Wasser zusammensetzt und wie sich die Reinigungsmittel an diese Öl- bzw. Wasserphase binden. Abhängig von diesen Kennwerten wird jeweils ein spezifischer Datensatz für die unterschiedlichen Abfallströme ermittelt. Folgende Varianten wurden für dieses Bilanzprojekt erstellt:

- W2 Emulsion-Spaltung, anlagenspezifisch:

  Spaltung von Öl-Wasser-Emulsion, LAGA-Nr. 54408, in Ölphase (66 %-Masse) und in die wäßrige Phase (34 %-Masse)

- W2 Emulsion-Spaltung, original & betriebsspezifisch:

  Spaltung von Öl-Wasser-Emulsion, LAGA-Nr. 54408, in Ölphase (54, %-Masse) und in die wäßrige Phase (46 %-Masse)

- W3 Emulsion-Spaltung, anlagenspezifisch:

  Spaltung von Öl-Wasser-Emulsion, LAGA-Nr. 54402, in Ölphase (34 %-Masse) und in die wäßrige Phase (66 %-Masse)

- W3 Emulsion-Spaltung, original & betriebsspezifisch:

Spaltung von Öl-Wasser-Emulsion, LAGA-Nr. 54402, in Ölphase (30 %-Masse) und in die wäßrige Phase (70 %-Masse)

- W4 Emulsion-Spaltung, anlagenspezifisch:

  Spaltung von Öl-Wasser-Emulsion, LAGA-Nr. 54402, in Ölphase (44 %-Masse) und in die wäßrige Phase (56 %-Masse)

- W4 Emulsion-Spaltung, original & betriebsspezifisch:

  Spaltung von Öl-Wasser-Emulsion, LAGA-Nr. 54402, in Ölphase (43 %-Masse) und in die wäßrige Phase (57 %-Masse)

- W6 Emulsion-Spaltung, original, as und bs:

  Spaltung von Öl-Wasser-Emulsion, LAGA-Nr. 54402, in Ölphase (68 %-Masse) und in die wäßrige Phase (32 %-Masse)

Die abgespaltene Ölphase wird thermisch verwertet, das Abwasser geht in eine betriebsinterne Abwasserbehandlungsanlage des Verwerters (siehe entsprechende Abschnitte unten).

Datenkritik: In den Datensätzen werden keine Emissionen und kein Abfallaufkommen ausgewiesen.

Energetische Verwertung im Zementofen

Die Methodik und die Ergebnisse zur Modellierung der Anlage zum Brennen von Zementklinker unter Einsatz des Regelbrennstoffs Steinkohle und alternativer Ersatzbrennstoffe wurden in der Studie des Fraunhofer IVV für die Association of Plastics Manufacturers in Europe (APME) ausführlich dargestellt. Ein Auszug aus dieser nicht-öffentlichen Studie ist diesem Projektbericht in der Anlage beigefügt.

Im Rahmen der vorliegenden Aufgabenstellung wurde festgelegt, die Reinigungsmittel-Abfallströme als Ersatzbrennstoff im Zementofen einzusetzen. Die konkreten Input-Outputströme des Zementklinkerbrennprozesses wurden durch eine Prozeßsimulation ermittelt, wobei die Ersatzbrennstoff-abhängigen Stoff- und Energieströme auf der Basis der Materialzusammensetzung und des Heizwertes der Reinigerabfälle berechnet wurden.

Die nachfolgende Auflistung nennt alle im Rahmen dieses Bilanzprojekts generierten Datenmodule und die zugehörige Parametrisierung.

- C Energetische Verwertung Aufbereitungs-Abfälle CKW-Recycling

  Dieses Modul gilt für die energetische Verwertung des Rückstandes aus den Prozessen 'Aufbereitung des Reiniger C, PER / TRI'. Ersatzbrennstoff sind Lösemittelgemische, halogenierte organ. Lösemittel sind enthalten.

  Parametrisierung: Heizwert: Hu: 34,9 MJ/kg (Messung)
Cl-Gehalt: 1,3 % (Messung).

- K2 Energetische Verwertung Altöl

  Parametrisierung:
Ersatzbrennstoff = Abfall K2, Destillensumpf (LAGA-Nr. 54113=Ölsumpf)
Charakterisierung Abfall K2: Ölgehalt: 89,7 Vol.-% (Messung)

Reinigergehalt: 10,3 Vol.-%
Dichte: 0,86g/cm³ (Messung)
Heizwert: Hu: 44,4 kJ/g (Messung)
Cl-Gehalt: < 0,4 % (Messung)
C-Gehalt: 85 Masse-% (Messung)
H-Gehalt: 13,5 Masse-% (Messung)
N-Gehalt: 0,1 Masse-% (Messung)
S-Gehalt: 0,2 Masse-% (Messung)
O-Gehalt: 0,8 Masse-%

- K3 Energetische Verwertung Altöl

  Parametrisierung:
  Ersatzbrennstoff = Abfall K3, Destillensumpf (LAGA-Nr. 55370=Ölsumpf)
  Charakterisierung Abfall K3:
  Ölgehalt: 29 Vol.-% (Messung)
  Dichte: 0,78 g/cm³ (Messung)
  Heizwert:Hu: 41,00 MJ/kg (Messung)
  Cl-Gehalt: 0,0 % (Messung)
  C-Gehalt: 83 % (Messung)
  H-Gehalt: 15 % (Messung)
  N-Gehalt: 0,0 % (Messung)
  S-Gehalt: 0,0 % (Messung)
  Wassergehalt: 0,005 Vol.-% (Messung)
  Schwermetalle: Zn: 42 mg/l (Messung), Fe: 31 mg/l (Messung), Cu: 5,9 mg/l (Messung), Sn: 60 mg/l (Messung), Cr: < 5 mg/l (Messung), Pb: 10 mg/l (Messung), Al: < 20 mg/l (Messung), Ni: 6,5 mg/l (Messung)

- K4 Energetische Verwertung Altöl

  Parametrisierung:
  Ersatzbrennstoff = Abfall K4, Destillensumpf (LAGA-Nr. 54113=Ölsumpf)
  Charakterisierung Abfall K4:
  Ölgehalt: 80 Massen-% (Messung)
  Wassergehalt: 0,04 Massen-% (Messung)
  Dichte: 0,84g/cm³ (Messung)
  Heizwert:Hu: 39 kJ/g (Messung)
  Cl-Gehalt: 0 (Messung)
  C-Gehalt: 83,5 Masse-% (Messung)
  H-Gehalt: 12,7 Masse-% (Messung)
  N-Gehalt: 0 Masse-% (Messung)
  S-Gehalt: 0 Masse-% (Messung)
  O-Gehalt: 3,8 Masse-%
  Schwermetalle: Zn: 110 mg/l (Messung); Fe: 43 mg/l (Messung); Cu: 320 mg/l (Messung), Sn: < 50 mg/l (Messung); Cr: < 5 mg/l (Messung); Pb: 530 mg/l (Messung); Al: < 20 mg/l (Messung); Ni: 8,0 mg/l (Messung)

- K6 Energetische Verwertung Altöl

  Parametrisierung:
  Ersatzbrennstoff = Abfall K6, (LAGA-Nr. 55326=Ölsumpf-Nr. 1)
  Charakterisierung Abfall K6:
  Ölgehalt: 68 Volumen-% (Messung)
  Wassergehalt: 0,0 Volumen-% (Messung)
  Dichte: 0,82g/cm³ (Messung)
  Heizwert:Hu: 44,6 kJ/g (Messung)
  Cl-Gehalt: 0 (Messung)
  C-Gehalt: 82,8 Masse-% (Messung)
  H-Gehalt: 14,1 Masse-% (Messung)
  N-Gehalt: 0 Masse-% (Messung)
  S-Gehalt: 0 Masse-% (Messung)

O-Gehalt: 3,1 Masse-%
Schwermetalle: Zn: 520 mg/l (Messung); Fe: 41 mg/l (Messung); Cu: 8,8 mg/l (Messung); Cr: < 2,5 mg/l (Messung); Ni: 0,9 mg/l (Messung)

- K6 Energetische Verwertung, beladene Aktivkohle

Parametrisierung:
Die prozentualle Zusammensetzung des Abfalles beträgt in jedem Fall 66,67 % Aktivkohle und 33,33 % Reiniger Isoparaffine.
Charakterisierung "Abfall K6 Aktivkohle beladen ":
Reiniger K6 = Synthetischen Isoparaffine;
Heizwert:Hu: 47 MJ/kg
C-Gehalt: 85 %
H-Gehalt: 15 %
Aktivkohle: 100 % Kohlenstoff
Heizwert H: 32,8 MJ/kgK

- W2 Energetische Verwertung Altöl aus der Emulsions-Spaltung

Parametrisierung:
Ersatzbrennstoff = Altöl W2 aus der Emulsion-Spaltung (LAGA-Nr. 54402)
Charakterisierung Altöl W2: Dichte: 0,85 g/cm³ (Messung)
Heizwert:Hu: 40,07 MJ/kg (Berechnung)
Cl-Gehalt: <0,4 % (Messung)
C-Gehalt: 81,2 % (Messung)
H-Gehalt: 13,1 % (Messung)
N-Gehalt: 0,1 % (Messung)
S-Gehalt: 0,2 % (Messung)
O-Gehalt: 5 % (Berechnung)

- W3 Energetische Verwertung Altöl aus der Emulsions-Spaltung

Parametrisierung:
Ersatzbrennstoff = Altöl W3 aus der Emulsion-Spaltung (LAGA-Nr. 54402)
Charakterisierung Abfall W3: Dichte: 0,88 g/cm³ (Messung)
Heizwert:Hu: 37,9,00 MJ/kg (Messung)
Cl-Gehalt: 4,3 % (Messung)
C-Gehalt: 72 % (Messung)
H-Gehalt: 11,2 % (Messung)
N-Gehalt: 0,2 % (Messung)
S-Gehalt: 0,7 % (Messung)
O-Gehalt: 11,6 % (Messung)
Schwermetalle: Zn: 18 mg/l (Messung); Fe: 51 mg/l (Messung); Cu: 39 mg/l (Messung); Cr: < 20 mg/l (Messung); Ni: 7,5 mg/l (Messung)

- W3 Energetische Verwertung Altöl (LAGA-Nr. 54113)

Parametrisierung:
Ersatzbrennstoff = Abfall W3 (LAGA-Nr. 54113)
Charakterisierung Abfall W3: Ölgehalt: 100 % (Messung)
Dichte: 0,85 g/cm³ (Messung)
Heizwert:Hu: 31,8 MJ/kg (Messung)
Cl-Gehalt: 0,71 Masse-% (Messung)
C-Gehalt: 66,3 Masse-% (Messung)
H-Gehalt: 10,3 Masse-% (Messung)
N-Gehalt: 0,0 Masse-% (Messung)
S-Gehalt: 0,16 Masse-% (Messung)
O-Gehalt: 22,5 Masse-% (Berechnung)
Wassergehalt: 0,1 Vol.-% (Messung)

- W4 Energetische Verwertung Altöl aus der Emulsions-Spaltung

  Parametrisierung:
  Ersatzbrennstoff =Altöl W4, zur therm. Verwertung (Emulsion-Spaltung);
  Charakterisierung Altöl W4: Dichte: 0,86 g/cm³ (Messung)
  Heizwert: 43 MJ/kg (Messung)
  Cl-Gehalt: 0 Masse-% (Messung)
  C-Gehalt: 83,2 Masse-% (Messung)
  H-Gehalt: 13,7 Masse-% (Messung)
  N-Gehalt: 0 Masse-% (Messung)
  S-Gehalt: 0 Masse-% (Messung)
  O-Gehalt: 3,1 Masse-% (Messung)

- W4 Energetische Verwertung Altöl (LAGA-Nr. 54113)

  Parametrisierung:
  Ersatzbrennstoff = Abfall W4 (LAGA-Nr. 54113)
  Charakterisierung Abfall W4: Ölgehalt: 99,8 Vol.-% (Messung)
  Dichte: 0,86 g/cm³ (Messung)
  Heizwert:Hu: 44 MJ/kg (Messung)
  Wassergehalt: 0,02 Vol.-% (Messung)
  Cl-Gehalt: 0 Masse-% (Messung)
  C-Gehalt: 84,7 Masse-% (Messung)
  H-Gehalt: 13,7 Masse-% (Messung)
  N-Gehalt: 0 Masse-% (Messung)
  S-Gehalt: 0 Masse-% (Messung)
  O-Gehalt: 1,6 Masse-% (Messung)
  Schwermetalle: Zn: 1,7 mg/l (Messung); Fe: 2,6 mg/l (Messung); Cu: 230 mg/l (Messung); Cr: < 2,5 mg/l (Messung); Ni: 2,3 mg/l (Messung)

- W6 Energetische Verwertung Altöl aus der Emulsion-Spaltung

  Parametrisierung:
  Ersatzbrennstoff =Altöl W6, zur therm. Verwertung (Emulsion-Spaltung)
  Charakterisierung Altöl W6: Heizwert: 39,7 MJ/kg (Schätzung, Berechnung)
  Cl-Gehalt: 1,5 Masse-% (Schätzung, Berechnung)
  C-Gehalt: 78,8 Masse-% (Schätzung, Berechnung)
  H-Gehalt: 12,7 Masse-% (Schätzung, Berechnung)
  N-Gehalt: 0,1 Masse-% (Schätzung, Berechnung)
  S-Gehalt: 0,3 Masse-% (Schätzung, Berechnung)
  O-Gehalt: 6,6 Masse-% (Schätzung, Berechnung)

- W6 Energetische Verwertung Altöl (LAGA-Nr. 54109)

  Parametrisierung:
  Ersatzbrennstoff = Abfall W6, Altöl (Mineralöl, LAGA-Nr. 54109)
  Charakterisierung Abfall W6: Ölgehalt: 93 Masse-% (Messung)
  Dichte: 0,87 g/cm³ (Messung)
  Heizwert:Hu: 42 MJ/kg (Messung) ohne Feuchte
  Heizwert inkl. Feuchte: 39,07 MJ/kg (Berechnung)
  Wassergehalt (Feuchte): 7 Masse-% (Messung)
  Cl-Gehalt: n. n. (Messung)
  C-Gehalt: 80 Masse-% (Messung)
  H-Gehalt: 12 Masse-% (Messung)
  N-Gehalt: n. n. (Messung)
  S-Gehalt: 1 Masse-% (Messung)
  O-Gehalt: n. n. (Messung)
  Schwermetalle: Zn: 8,8 mg/l (Messung); Fe: 32 mg/l (Messung); Cu: 3,8 mg/l (Messung); Cr: < 2,5 mg/l (Messung); Ni: 17 mg/l (Messung)

- Energetische Verwertung Steinkohle

  Für die Ermittlung der Gutschriften für den Output Ofenwäme.
  Bei der therm. Verwertung im Zementofen wird eigentlich der Brennstoff Steinkohle eingesetzt. Die Abfälle substituieren diesen Brennstoff.
  Charakterisierung des Brennstoffes Steinkohle

  Heizwert:Hu: 26,6 MJ/kg
  Cl-Gehalt: 0,04 %
  C-Gehalt: 67,4 %
  H-Gehalt: 4,14 %
  N-Gehalt: 1,17 %
  S-Gehalt: 0,95 %
  O-Gehalt: 8,19 %
  F-Gehalt: 0,009 %
  Feuchte: 1,00 %
  Asche: 17,10 %
  Schwermetalle:As: 22,00 mg/kg; Cd: 2,00 mg/kg;
  Co: 9,50 mg/kg; Cr: 42,50 mg/kg; Cu: 15,5 mg/l;
  Hg: 0,15 mg/kg; Mn: 67,75 mg/kg; Ni: 35,00 mg/kg;
  Pb: 7,50 mg/kg; Sb: 3,00 mg/kg; Sn: 2,00 mg/kg;
  Ti: 2,95 mg/kg; V: 39 mg/kg; Zn: 26 mg/kg

Kommunale Kläranlage

Die Input-/Outputströme der kommunalen Kläranlage wurden durch eine Prozeßsimulation ermittelt. Folgende Behandlungsstufen und Anteile liegen dem Berechnungsmodell zugrunde:

- 46,3 % mechanische Abwasserbehandlung kombiniert mit Denitrifikation und Phosphatentfernung,
- 38 % mechanisch-biologische Abwasserbehandlung mit Phosphatentfernung,
- 13,7 % mechanisch-biologische Abwasserbehandlung und
- 2 % mechanische Abwasserbehandlung.

Die Kläranlagenleistung wird über einen Anlagenmix berechnet. Die prozentuale Aufteilung auf die Stufen wurde auf der Basis des Bevölkerungsanteils, der an Anlagen mit dem jeweiligen Anlagenmix angeschlossen ist, festgelegt (Stand 1993 nach [34]).

Abwasserinhaltsstoffe, für die keine Reinigungsleistung angegeben werden kann, werden mit dem gereinigten Abwasser wieder ausgetragen.

Die Phosphat-Entfernung erfolgt mit Eisen-II-Chlorid als Fällmittel. Das entstehende Eisen-Phosphat verbleibt im Klärschlamm. Chlorid wird über das Wasser ausgetragen. Zurückgehaltene Schwermetalle und ein Teil des AOX werden im Klärschlamm eingebunden (siehe Tab. B-28).

Material	Retentionsgrad
Kupfer	50 %
Blei	80 %
Cadmium	50 %
Quecksilber	80 %
Chrom	60 %
Nickel	40 %
AOX	40 %

Tab. B-28: Retentionsgrade von Metallen und AOX im Klärschlamm

Die Abluft aus der "Aufbereitung des Reinigers C (PER/TRI)" wird beim Verwerter einer biologischen Abluftreinigung zugeführt. Das dabei entstehende Abwasser aus der Abluftreinigung kann aufgrund seiner Belastung einer kommunalen Kläranlage zugeführt werden.

Das Berechnungsmodell der Kommunalen Kläranlage wurde für diesen Abwasserstrom mit folgenden Kennwerten parametrisiert:

- Abwasserbelastung im Zulauf in g/m³

  CSB-Zulauf: 110
  BSB-Zulauf: 3, Gesamt-Phosphor-Zulauf: 0,0424, abfiltrierbare Stoffe-Zulauf: 0, AOX-Zulauf: 0,01, Rechengut: 0, Kohlenwasserstoffe (keine Klärleistung)-Zulauf: 0, w (keine Klärleistung)-Zulauf: 0.
  Der Klärschlamm enthält zusätzlich AOX von 0,00392 g.
  Entstehendes Faulgas wird verstromt.

Betriebliche Abwasserbehandlung

Abwasserströme, die einer betrieblichen Abwasserreinigung zugeleitet werden, entstehen direkt bei den Reinigungsanlagen W2, W4 und W6. Darüber hinaus ist eine betriebliche Abwasserbehandlung auch für das Abwasser aus der Vorbehandlungsstufe des CKW-Recyclings bei den Reinigungsanlagen C2 und C3 (nur für Originaldatensätze) und für das Abwasser aus der Emulsionsspaltung (W-Anlagen) zu betrachten.

Sowohl die Datenerhebung bei den Betreibern der bilanzierten Reinigungsanlagen als auch die Datenerhebung bei den Entsorgern erbrachten jedoch nur ungenügende Informationen, die keine Abbildung der speziellen Anlagen erlauben. Die nachfolgende Auflistung stellt die wichtigsten ungelösten Probleme vor:

- Die jeweiligen Abwasserströme weisen einen CSB und den Schwermetallgehalt aus, Angaben zum BSB fehlen jedoch und der Abbaugrad des CSB ist nicht bekannt.
- Die bekannten CSB-Werte liegen sehr hoch; z.T. um den Faktor 1.000 über der Fracht in kommunalem Abwasser.
- Speziell für das Abwasser aus Anlage W6: das Abwasser aus der Reinigungsanlage wird zusammen mit anderen betrieblichen Abwässern direkt am Betriebsort einer Abwasserbehandlung unterzogen.

Betriebliche Abwasserbehandlungsanlagen sind im Anlagenaufbau und in der Auslegung sehr spezifisch an die jeweils anfallenden Abwasserfrachten angepaßt. Am Fraunhofer IVV wurde ein Modell für die Inputstrom-abhängige Modellierung einer kommunalen Abwasserreinigung entwickelt (siehe oben). Rückfragen bei Fachexperten der Abteilung Verfahrenstechnik des Fraunhofer-IVV ergaben jedoch:

- Bei den vorliegenden hohen CSB-Frachten findet i.d.R. eine betriebliche Vorreinigung statt. Ab 5.000-10.000 CSB wird dabei eine anaerobe Reinigung verwendet. Die bekannten Meßwerte für das Abwasser weisen Werte von 4600 bis 460.000 mg/Liter aus.

- Eine Einleitung stark CSB-haltiger Abwässer in die kommunale Reinigung ist mit erheblichen Gebühren verbunden (Starkverschmutzerzulage).
- Das IVV-Modell der kommunalen Kläranlage kann nicht auf die betriebliche Vorreinigung übertragen werden und es existiert kein Modell für die anaerobe Reinigung.

Aufgrund dieser Sachlage hielten wir folgendes Vorgehen für geboten: Die Modellierung der Abwasserströme aus den genannten Anlagen wird aus Datenmangel vorzeitig abgebrochen. Die betriebliche Abwasserbehandlung am Standort der Anlage und die Abwasserbehandlung beim Verwerter fehlen in der Sachbilanz, die anteiligen Beiträge aus den Abwasserfrachten (nach betrieblicher Reinigung) fehlen in der Wirkungsabschätzung.

Abschätzung der Ergebnisrelevanz

Zur groben Abschätzung der Ergebnisrelevanz wurde für das Beispiel W3 das IVV-Modell zur kommunalen Kläranlage im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung an die Abwasserströme angekoppelt wie folgt:

- CSB und Schwermetalle wurden entsprechend dem zugrunde gelegten Reinigungsgrad in kommunalen Kläranlagen (Durchschnittswerte) abgereichert.
- Da kein BSB bekannt ist, der jedoch als Parameter für die Modellierung der biologischen Stufe benötigt wird, wird in Anlehnung an Richtwerte aus der Praxis mit der Annahme gearbeitet, daß der BSB 20 % des CSB ausmacht. Auf der Basis dieses Daumenwertes wird die Emissionsfreisetzung und die Klärschlammbildung berechnet.
- Parametrisierung der Moduls:

Annahme: BSB = 20 % des CSB
Abwasserbelastung im Zulauf in g/m³
CSB-Zulauf: 5575,71; BSB-Zulauf (20 % CSB): 1115,14;
Gesamtstickstoff-Zulauf: 0; Rest-Stickstoff-Zulauf: 303,67;
Ammonium (NH4)-Zulauf: 0; Nitrat (NO3)-Zulauf: 0; Gesamt-Phosphor-Zulauf: 2,3; Abfiltrierbare Stoffe-Zulauf: 0; AOX-Zulauf: 0; Rechengut: 0; z (keine Klärleistung)-Zulauf: 0; w (keine Klärleistung)-Zulauf: 0;
Metalle-Zulauf: 4,821
Der Klärschlamm enthält zusätzlich: Kupfer: 0,5715 g; Blei: 1,1432 g; Cadmium: 0,002 g; Zink: 0,98 g; Quecksilber: 0 g; Chrom: 0,0426 g; Nickel: 0,0856 g; Metall mit 100 % Einbindung in Klärschlamm: 0 g; AOX: 0 g
Entstehendes Faulgas wird verstromt

Die Ergebnispositionen zur „Anlage W3 mit komm. Kläranlage für die Abwasserströme“ sind bei den Wirkkenngrößen Siedlungsabfall, Eutrophierungspotential und Wirkfrachtpotential Ökotox-Wasser **geringfügig höher** als die Ergebnisse zur „Anlage W3, original“, bei der diese Stoffströme aus Datenmangel abgeschnitten wurden (s. Kapitel B.3 Ergebnisse der Wirkungsabschätzung).

Die Zunahme des Wirkfaktors Siedlungsabfall entsteht durch den Klärschlamm-Output der Kläranlage. Insbesondere die Stickstoff-Emissionen im Wasser, aber auch der verbleibende CSB und die Abgabe von Stickstoffoxiden (NOx) in die Atmosphäre sind Ursachen für die Erhöhung des Eutrophierungspotentials. Die Schwermetallbelastung in der wäßrigen Phase der Öl-Wasser-Emulsion findet ihren Niederschlag im Wirkfrachtpotential Ökotox Wasser.

Standardmodule für Transporte

Die Standardmodule zur Beschreibung der Transporte der gebrauchten Reinigungslösungen zu den Verwertungs-/Entsorgungsbetrieben und der Transporte zwischen einzelnen Verwertungsstufen wird in Kapitel B.1.5.2 „Standardmodule für die Transportmittel“ beschrieben. Kapitel B.1.5.3 „Parametrisierung der Standardmodule“ nennt die Kennwerte zu Transportmittel, Transportentfernung, Verkehrsmodell etc., die zur Beschreibung der Transportvorgänge erarbeitet wurden.

Energiebereitstellung

Die Daten zur Energiebereitstellung für die Entsorgungs- und Verwertungsprozesse wurden im Zusammenhang mit den Energiebereitstellungsdaten für die Vorketten und für das technische Verfahren erfaßt und aufbereitet. Die Ergebnisse werden in Kapitel B.1.2 „Energiebereitstellung“ dargestellt.

B.1.5 Transporte

B.1.5.1 Transportmodellierung

Die Modellierung, Datenerfassung und Datenaufbereitung der Distributionsstrukturen berücksichtigt insbesondere folgende Randbedingungen:

- abgebildet wird eine typische Distributionsstruktur für Deutschland
- für die flexible, auf zukünftige individuelle Fragestellungen übertragbare Beschreibung von Transporten sind parametrisierbare Standardmodule erstellt worden.

Transport der Reinigungsmittel zur Anlage

Die Transporte der Reinigungsmittel vom Herstellungsort bis zur Reinigungsanlage sind mit folgenden Parametern modelliert:

- Der Antransport findet in zwei Stufen statt:
  - Transport vom Hersteller zum Verteilerlager und
  - Transport vom Verteilerlager zur Reinigungsanlage.

- Für den Transport Hersteller-Verteilerlager existieren zwei Varianten:
  - der Hersteller vertreibt seine Produkte selbst (Modell Hersteller → Verteilerlager) oder
  - der Hersteller tritt nicht selbst als Anbieter am Markt auf, sondern verkauft seine Produkte an Zwischenhändler (Modell Hersteller → Lieferant → Verteilerlager).

Daraus ergibt sich das Distributionsmodell in Abb. B-31.

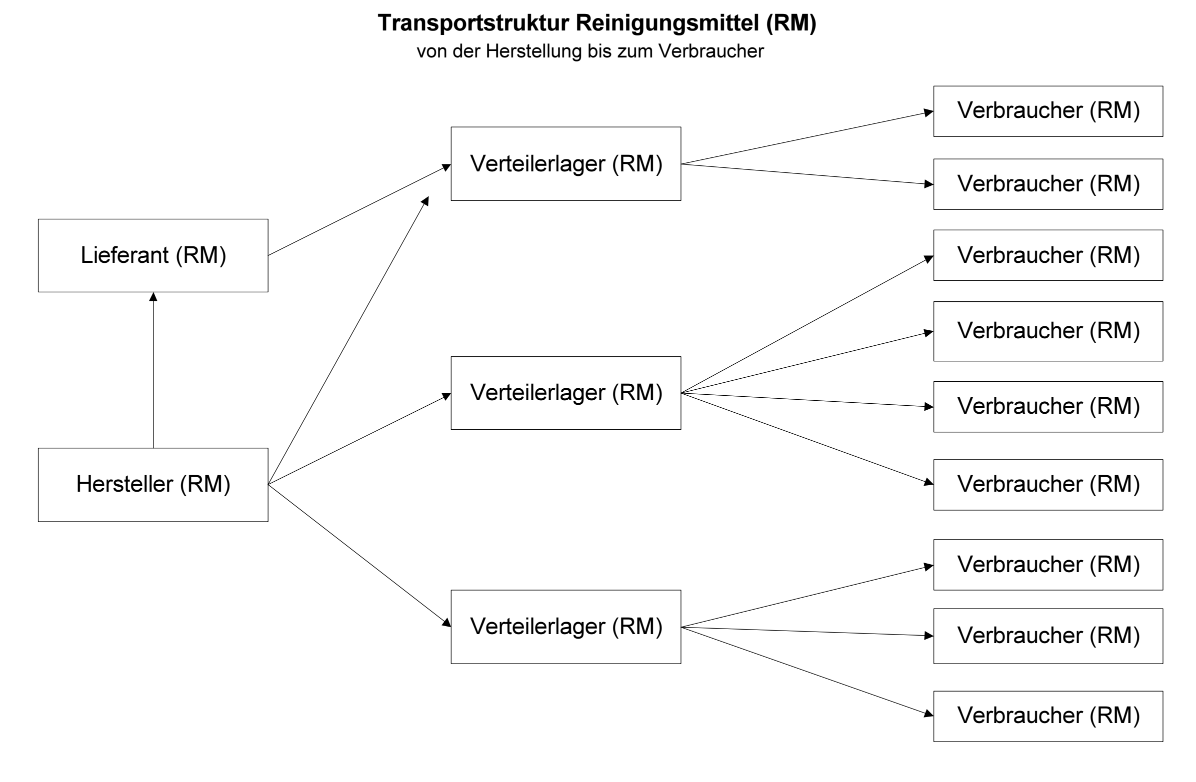


Abb. B-31: Distributionsstruktur der Reinigungsmittel

Transport der Reinigungsmittel-Abfälle

Zu den tatsächlich zurückgelegten Entfernungen hat das Fraunhofer IVV einen großen Entsorger befragt und die beteiligten Industriepartner um eine kritische Verifizierung gebeten. Ergebnis war, daß nicht immer die Entsorger mit den kürzesten Transportentfernungen angesteuert werden. Oft bestehen Transportbeziehungen zu derjenigen Einrichtung, zu der die geschäftlichen Beziehungen am besten sind bzw. bei denen die günstigsten Preise geboten werden. Es stehen also vorhandene Kontakte im Vordergrund, nicht die Minimierung der Transportwege.

Aus diesem Grunde wurden folgende verallgemeinerte Annahmen zur Abbildung der Transportvorgänge im Entsorgungsbereich zugrundegelegt:

- Die CKW-Abfälle werden i.d.R. bei der Anlieferung von Frischware zurückgenommen. Die zugehörigen Transportoperationen werden daher bereits bei der Beschreibung der Anlieferung berücksichtigt und eine separate Beschreibung der Abtransporte ist nicht nötig.

- Die Abfälle aus NHKW- und wäßrigen Anlagen werden direkt, d.h. ohne Zwischenstationen, zum Entsorger transportiert.
- Für alle Stoffströme, die einer energetischen Verwertung im Zementofen zugeführt werden (dies sind Abfälle aus der Aufbereitung, Abfälle aus den wäßrigen Anlagen und für Anlage K6 beladene Aktivkohle) wird eine einheitliche Transportlogistik angenommen.
- Für Abwasserströme werden keine Transportprozesse beschrieben.

Festlegungen für die Dateneingabe

Die Anforderung eines Transportes (bzw. einer Transportarbeit) kann prinzipiell entweder im Herkunftsprozeß eines Transportgutes oder in dessen Zielprozeß erfolgen. Es werden daher zwei Arten von Transporten unterschieden:

- Antransport und
- Abtransport.

Die Herkunfts- bzw. Zielprozesse der Reinigungsmittelfrischware und der Reinigungsmittel-Abfälle liegen gemäß methodischer Festlegung in unterschiedlichen Teilbilanzräumen[2]. Für eine eindeutige Zuordnung wurden im Rahmen dieses Projektes folgende Festlegungen getroffen:

- Der Transport der Reinigungsmittel wird als Abtransport bei den jeweiligen Prozessen zur Reinigungsmittelherstellung beschrieben. Damit werden die Umweltlasten dieser Transporte dem Teilbilanzraum „Vorketten" zugerechnet.
- Der Transport von Reinigungsmittelabfällen von der Reinigungsanlage zu den einzelnen Verwertungs-/Entsorgungsstufen wird bei den jeweiligen Verwertungs-/ Entsorgungsmodulen eingetragen als Antransport. Die Umweltlasten, die durch diese Transporte entstehen, werden somit dem Teilbilanzraum „Nachketten" zugerechnet.
- Die Transporte von Abfällen aus der Vorbehandlung / Aufbereitung zur energetischen Verwertung werden als Abtransport vom Aufbereitungsbetrieb modelliert und damit dem Teilbilanzraum „Nachketten" zugerechnet.

Hintergrund dieser Festlegung war, daß in der zu berechnenden Bilanz für das technische Verfahren keine zusätzlichen Umweltlasten außer Energie für das Betreiben der Anlage und Emissionen aus der Anlage selbst, quantifiziert werden sollten. Diese Struktur ist auch in der Software PUROLIT als Berechnungsroutine hinterlegt und vorinstalliert. Sollte ein Nutzer der Software eine andere Zuordnung der Transporte wünschen, müßte dies in Absprache mit dem Fraunhofer IVV geändert werden.

[2] Für das Reinigungsmittel gilt: der Herkunftsprozeß = "Herstellung Reiniger R" gehört zum Teilbilanzraum "Vorketten"; der Zielprozeß = "Reinigungsanlage A" gehört zum Teilbilanzraum "Technisches Verfahren". Für Reinigungsmittel-Rückstände gilt: der Herkunftsprozeß = "Reinigungsanlage A" ist dem Teilbilanzraum "Technisches Verfahren" zugeordnet; die Zielprozesse = "Vorbehandlung", "Aufbereitung", "energetisched Verwertung" und "Kläranlage" sind dem Teilbilanzraum "Nachketten" zugeordnet.

B.1.5.2 Standardmodule für die Transportmittel

Ableitung der Verbrauchskoeffizienten und Emissionsfaktoren

Zur Bestimmung des Energieträgereinsatzes und der daraus resultierenden Umweltbeeinflussungen in der Sachbilanz müssen die Verbrauchskoeffizienten und die Emissionsfaktoren in Modulbeschreibungen umgesetzt werden. Nach der in der Fraunhofer-Methode festgelegten Modellierung resultieren daraus Module für die verschiedenen Transportmittel, die Verbrauch und Emissionen in Abhängigkeit der Transportleistung (tkm) angeben. Inputgröße ist also die eingesetzte Menge an Energieträgern, Outputgrößen sind die aus dem Energieträgereinsatz resultierenden Emissionen und die erbrachte Transportleistung.

Bei den LKW-Transporten wird pro gebildeter LKW-Klasse für den Lastanteil und den Leerfahrtanteil jeweils ein Modul angelegt, das Emissionen und Kraftstoffbedarf proportional zur nachgefragten Transportdienstleistung (angegeben in [km] beim Leerfahrtanteil und in [tkm] beim Lastanteil) ausweist.

Zusammen mit den Ergebnissen der Datenerhebung zu den eingesetzten Transportmitteln [Standardmodule zu den Transportmitteln] waren daher folgende Datensätze als Standardmodule zu beschreiben:

- Solo-LKW 20-28 t Lastanteil
- Solo-LKW 20-28 t Leer(fahrt)anteil
- LKW-Zug 32-40 t Lastanteil und
- LKW-Zug 32-40 t Leer(fahrt)anteil.

Beispiel 1: In Abb. B-32 ist eine LKW-Fahrt beschrieben, in der ein LKW mit dem zulässigen Gesamtgewicht von 20-28 t eine Fracht von 8,5 t über eine Entfernung von 50 km transportiert. Die Transportleistung des Frachtanteils ist dabei das Produkt aus Frachtgewicht (8,5 t) und Transportentfernung (50 km).

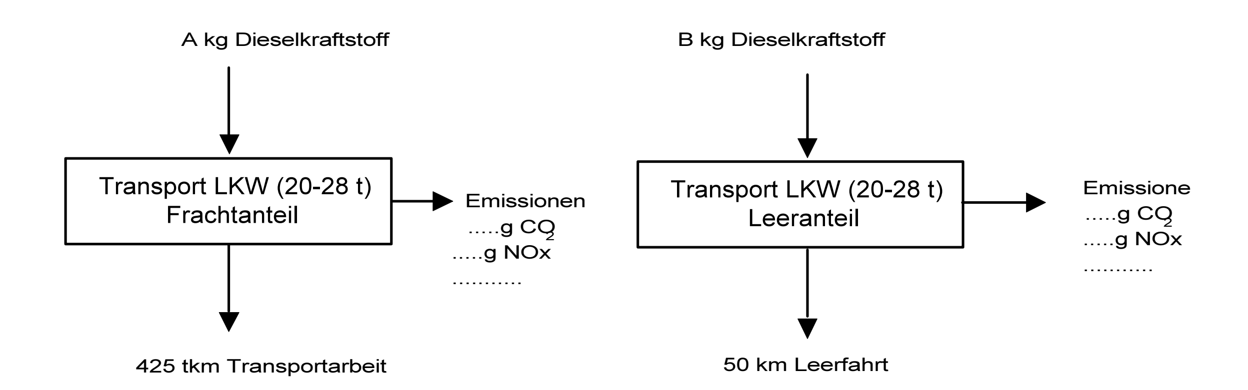


Abb. B-32: Beschreibung von LKW-Transportmodulen am Beispiel eines LKW mit zulässigem Gesamtgewicht von 20-28 t

B.1.5.3 Parametrisierung der Standardmodule

Transport der Reinigungsmittel zur technischen Anlage

Aus der Datenerhebung des Fraunhofer IVV bei mehreren größeren Reinigungsmittelherstellern wurden - getrennt nach Reinigungsmedien - Datensätze zu den Transportparametern

- Transportmittel,
- Transportentfernung,
- Nutzlast und
- Transporttyp (abgebildet über die Angabe zur Beladung bei der Rückfahrt)

ermittelt und in das zweistufige Transportmodell (s. B.1.5.1) übertragen. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Daten, die für die Bilanzierung erarbeitet wurden.

Reinigungsmittel	Parameter	Herstellung - Verteilerlager	Verteilerlager - Reinigungsan-lagen
CKW	Transportmittel Entfernung Nutzlast Rückfahrt	LKW-Zug / Tank-lastzug bis 40 t 450 km 20 t leer	Solo-LKW 20 - 28 t 90 km 7,5 t voll
NHKW	Transportmittel Entfernung Nutzlast Rückfahrt	LKW-Zug / Tank-lastzug bis 40 t 320 km 20 t leer	Solo-LKW 20 - 28 t 150 km 7,5 t leer
wäßrig	Transportmittel Entfernung Nutzlast Rückfahrt	LKW-Zug / Tank-lastzug bis 40 t 300 km 20 t leer	Solo-LKW 20 - 28 t 150 km 7,5 t leer

Tab. B-29: Übersicht über die Transportparameter für die Distribution der Reinigungsmittel

Transport der Reinigungsmittel-Abfälle

Die Parameter für die Transporte der Reinigungsmittelabfälle basieren auf der Datenerhebung des Fraunhofer IVV eines großen Entsorgers. Zusätzlich wurden qualifizierte Schätzungen von Industrievertretern berücksichtigt. Die nachfolgende Tab. B-30 listet die Parameter auf, die in die Bilanzberechnungen eingeflossen sind.

Reinigungsmittel	Parameter	Vorbehandlung - Aufbereitung	Aufbereitung - energ. Verwertung
CKW	Transportmittel Entfernung Nutzlast Rückfahrt	Solo-LKW 20 - 28 t 150 km 7,5 t leer	Solo-LKW 20 - 28 t 150 km 7,5 t leer
NHKW	Transportmittel Entfernung Nutzlast Rückfahrt	nicht relevant	Solo-LKW 20 - 28 t 150 km 7,5 t leer
wäßrig	Transportmittel Entfernung Nutzlast Rückfahrt	Solo-LKW 20 - 28 t 150 km 7,5 t leer	Solo-LKW 20 - 28 t 150 km 7,5 t leer

Tab. B-30: Übersicht über die Transportparameter im Bereich Entsorgung/Verwertung

B.1.6 Einfluß der Investitionsgüter

Die folgende Abb. B-33 zeigt das Ergebnis der Abschätzung des Fraunhofer IVV zum Energieverbrauch zur Herstellung der Reinigungsanlage für die definierte „Durchschnittsanlage“ CKW/wäßrig (s. Kapitel A.1.2.4.5 „Herstellung der Investitionsgüter“). Das Ergebnis zeigt, daß der Energieverbrauch zur Anlagenfertigung (Netzstrom BRD und Wärme aus Erdgas-H) bei der Anlagenherstellung den größten Beitrag hat.

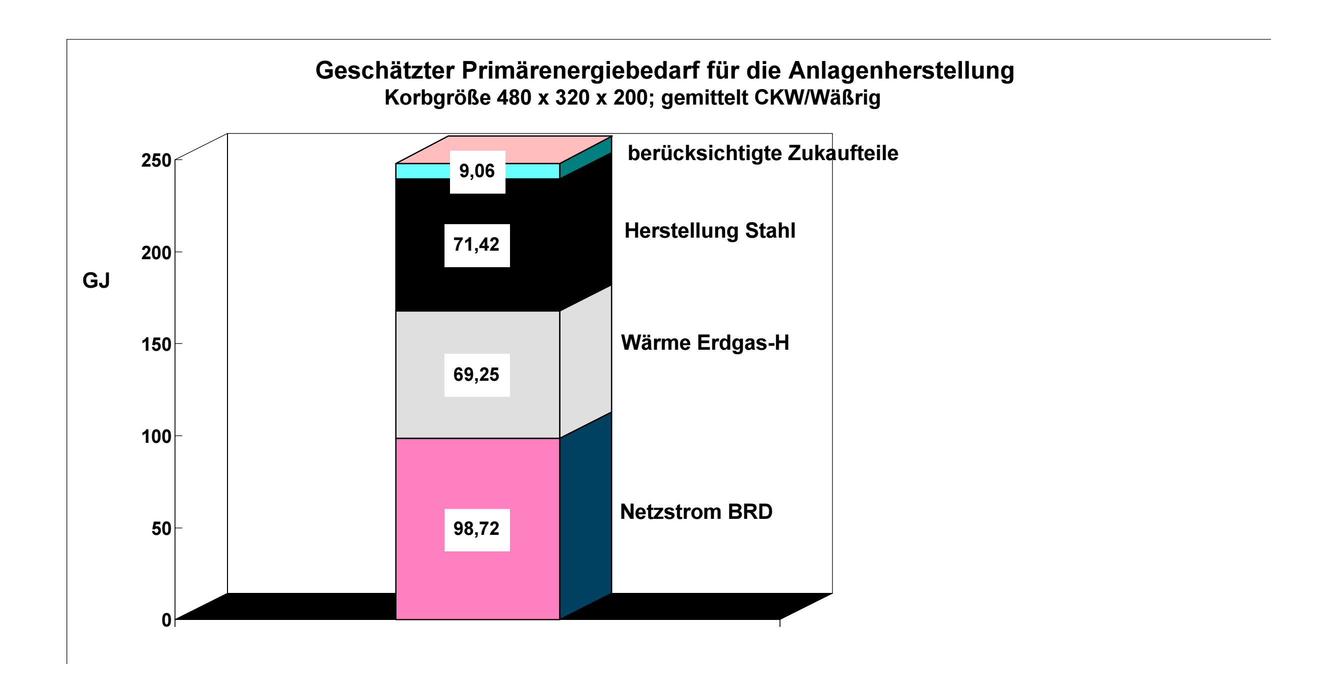


Abb. B-33: Geschätzter Primärenergiebedarf für die Herstellung einer Reinigungsanlage

Ergebnisse der energetischen Signifikanzanalyse der drei Anlagenbeispiele

Hinweis: Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse wurden in der ersten Projektbearbeitungsstufe als Vorarbeiten für die Festlegung der Systemgrenzen ermittelt. Als Datengrundlage dienen die Anlagen des Tripels 1. Dieses Reinigungsanlagen-Tripel wurde für die Bilanzrechnungen, die in diesem Bilanzprojekt ausgewertet wurden, wieder verworfen, da dieses Tripel gegenüber den betrachteten Reinigungsaufgabenkategorien wie nachfolgend dargestellt relativiert werden muß. Darüberhinaus ist zu beachten, daß dieser Betrachtung die Nutzeneinheit „1 kg abgereinigter Schmutz“ zugrundeliegt.

Die Anlagen des Tripel 1 wurden vornehmlich nach folgenden Gesichtpunkten ausgewählt:

- Teilegeometrie
- Teilewerkstoff
- Verschmutzungsart etc.

Nach späterem Erkenntnisstand blieben bei der Definition des Anlagentripels wesentliche Parameter wie Durchsatz, Betriebsmodus, Anlagengröße und vergleichbarer technischer Standard weitgehend unberücksichtigt. Dadurch kommen folgende Merkmale bei der Abschätzung des Primärenergieaufwandes zur Herstellung der Anlagen gegenüber den nach den Gesichtpunkten einer gemeinsamen Reinigungsaufgabenkategorie ausgewählten Anlagen besonders zum Tragen:

K1: Die Anlage ist sehr klein (gegenüber C1), damit ergibt sich ein relativ kleiner Anteil der Investitionsgutherstellung. Die Anlage wird bei geringer Auslastung betrieben und weist einen hohen Energiebedarf im Standby-Betrieb auf. Die Anlage nutzt die Möglichkeit, das Lösemittel diskontinuierlich aufzubereiten, nur unzureichend. Dagegen wird das Lösemittel oft komplett gewechselt und extern aufbereitet, so daß ein hoher Primärenergieanteil für die "Herstellung der Reiniger" zu verzeichnen ist.

W1: Die Anlage ist klein (gegenüber C1). Die Anlage wird bei geringer Auslastung und mit hohem Standby-Energiebedarf betrieben.

C1: Die Anlage ist sehr groß und wird sehr gut ausgelastet, wobei der Hauptenergiebedarf durch Heißwasser gedeckt wird. Das Lösemittel wird nur selten gewechselt, so daß ein geringer Primärenergieanteil für die "Herstellung der Reiniger" und die Transporte ergibt.

Die Ergebnisse in den Abb. B-34 bis Abb. B-36 sind prozentual angegeben und beziehen sich auf 1 kg abgereinigte Schmutzmenge. Es wurden bewußt keine absoluten Primärenergie-Bedarfsmengen ausgewiesen, da hier einem vorschnellen Vergleich der drei alternativen Reinigungsverfahren vorgebeugt werden soll.

Bei der Ermittlung des Primärenergiebedarfes wurden folgende Bilanzbereiche berücksichtigt:

- Energiebereitstellung für die Durchführung der Reinigungsaufgabe,
- Herstellung und Transport der Reinigungsmittel,
- Herstellung der Reinigungsanlagen und
- Entsorgung und Verwertung der Reinigungsmittelabfälle.

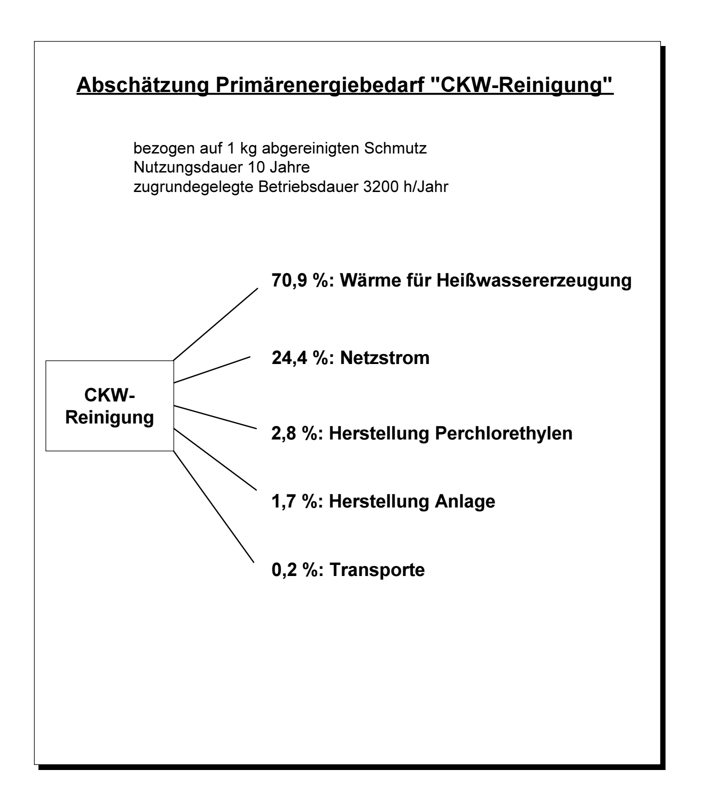


Abb. B-34: Prozentualer Primärenergiebedarf „CKW-Reinigung“

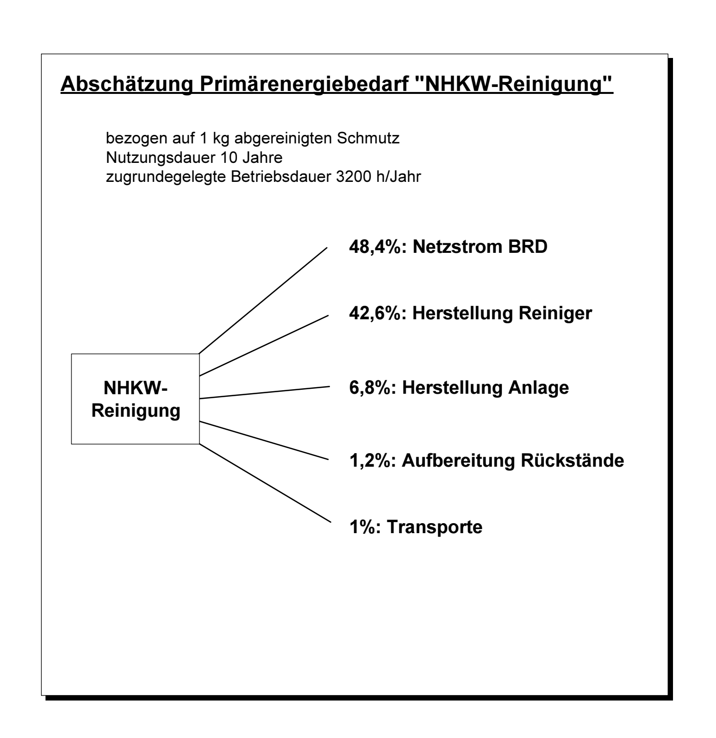


Abb. B-35: Prozentualer Primärenergiebedarf „NHKW-Reinigung“

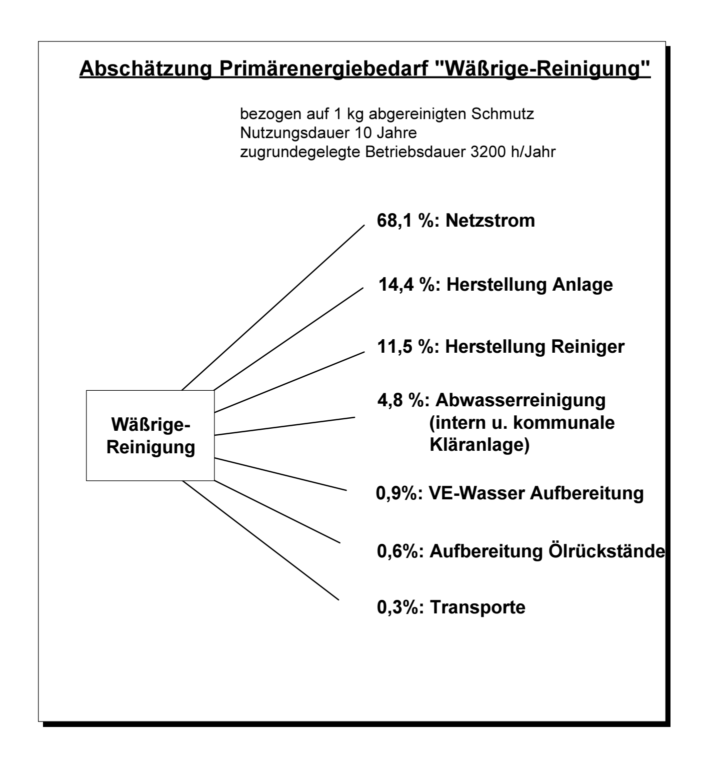


Abb. B-36: Prozentualer Primärenergiebedarf „wäßrige Reinigung"

Zusammenfassung der Ergebnisse der Schätzungen für die drei Anlagenbeispiele

- Den größten Einfluß hat bei allen drei Anlagenbeispielen der Energiebedarf für den Anlagenbetrieb (bis über 50 %).
- Der Energiebedarf für die Herstellung der Reinigungsmittel ist zwischen den verschiedenen Reinigungsmitteln signifikant unterschiedlich.
- Der Verbrauch an Reinigungsmitteln pro Nutzeneinheit ist sehr unterschiedlich und kann einen signifikanten Einfluß auf den Gesamt-Primärenergiebedarf haben (bei den Beispielanlagen liegt der Anteil zwischen etwa 3 und 43 %).
- Die Distributions-Transporte der Reinigungsmittel haben in allen drei Fällen keinen signifikanten Einfluß auf den Energiebedarf.
- Der Einfluß der Anlagenherstellung beträgt bei den drei Beispielanlagen unter den angenommenen Randbedingungen bis zu 15 % des Gesamtenergiebedarfes.
- Nach Auskunft der Anlagenhersteller liegt der Aufwand für die Anlagenherstellung alternativer Reinigungsverfahren mit vergleichbarer Reinigungsleistung in der gleichen Größenordnung. Bei vergleichbarer Anlagengröße (bezogen auf die Reinigungsleistung) sind zwar üblicherweise die Abmessungen einer „wäßrigen" Anlage größer, aber für „CKW"- und „NHKW"-Anlagen sind in der Regel zusätzliche bauliche Vorkehrungen (z.B. gekapselte Bauweise) erforderlich.
- Der Energiebedarf für den Bereich Entsorgung ist nicht signifikant. Eine Vielzahl von untersuchten Entsorgungsprozessen am Fh-IVV zeigte aber, daß dieser Bereich nicht unerheblich emissionsbehaftet sein kann.

- Die Entsorgungsstrukturen der drei alternativen Reinigungsverfahren sind signifikant unterschiedlich, siehe hierzu auch Kapitel B.1.4 „Verwertung und Entsorgung".

Anhand dieser Ergebnisse ist bzgl. des Einflusses der Investitionsgüter innerhalb der Projektgruppe folgende Schlußfolgerung abgeleitet worden: Ein ökologischer Vergleich der alternativen Reinigungsverfahren wird durch das Abschneiden des Bereiches „Herstellung der Reinigungsanlagen" nicht wesentlich beeinträchtigt.

Verifizierung der Ergebnisse der Signifikanzanalyse auf erweiterter und aktualisierter Datenbasis

Die Schußfolgerung der energetischen Signifikanzanalyse wurde getroffen auf Basis der Daten zu den Anlagen W1, K1 und C1 und aus einer Erhebung von Ende 1995.

Nach Vorlage aller Daten zu den restlichen Tripeln wurde von den Bearbeitern des ITC, Jena insbesondere die Kenngröße „Primärenergie für die Herstellung der verwendeten Materialien" nochmals für alle Anlagenbeispiele ermittelt und den aktuellen Ergebniswerten zum Gesamtenergieaufwand aus Reinigungsanlagenbetrieb und Anlagenherstellung gegenübergestellt. In Analogie zur Analyse im Meilensteinjahr des Projekts wurde hierbei wie folgt vorgegangen:

- Der Einfluß der Herstellung und Entsorgung der Reinigungsanlagen auf das Gesamtergebnis wurde anhand des Anteils des Kumulierten Energieaufwandes (KEA) zur Anlagenherstellung am gesamten KEA (Reinigungsbetrieb und Anlagenherstellung) abgeschätzt.
- Je Anlage wurde ein Mix von 50 % unlegiertem und legierten Stahl angenommen.
- Die Abschreibung erfolgt in einem Zeitraum von 10 Jahren.
- Als Kumulierter Energieaufwand für die Stahlherstellung wird angenommen (Literaturwerte):
  - 30.000 - 44.000 MJ/t (unlegierter Stahl)
  - 60.000 - 115.000 MJ/t (legierter Stahl)
- 100 % des Stahls werden im Elektrolichtbogen zu gleichwertigem Rohstahl recycliert (Annahme nach Rücksprache mit Fachleuten).

Die folgende Tabelle (Tab. B-31) zeigt die Gewichtsverteilung der untersuchten Reinigungsanlagen und den jährliche Anteil an Kumuliertem Energieaufwand (KEA) des Anlagenbaus am Gesamtenergieaufwand aus Reinigungsbetrieb und Anlagenbau.

Anlagen-bezeichnung	**Gewicht (t)**	**Anteil KEA Mittelwert**	**Anteil KEA Maximalwert**
W1	3,5	1,20 %	2,33 %
C1	20	1,41 %	2,74 %
K1	1,5	4,06 %	7,69 %
W2	6	0,40 %	0,79 %
C2	6	0,76 %	1,49 %
K2	8,85	0,46 %	0,89 %
W3[3]	2	0,96 %	1,87 %
C3	2,8	1,14 %	2,23 %
K3	3,1	0,96 %	1,88 %
W4	12	0,84 %	1,63 %
C4	12	2,01 %	3,88 %
K4[4]	2	0,76 %	1,49 %
W5	12	0,95 %	1,86 %
W6	7,5	0,43 %	0,83 %
C6	8,1	1,01 %	1,98 %
K6	4,6	1,60 %	3,10 %
Mittelwerte		1 %	2 %
K	4,01	2 %	3 %
W	7,17	1 %	2 %
C	9,78	1 %	2 %

Tab. B-31: Gewichtsverteilung der untersuchten Reinigungsanlagen und der jährliche Anteil an Kumuliertem Energieaufwand (KEA) des Anlagenbaus am Gesamtenergieaufwand

Die Gewichtsverteilung der untersuchten Anlagen liegt zwischen 1,5 und 20 t - im Mittel bei 7t pro Anlage. Es läßt sich keine Tendenz zwischen Anlagengewicht und Reinigungsverfahren feststellen.

Die Stahlherstellung, insbesondere die Herstellung von legiertem Stahl, ist energetisch sehr aufwendig. Unter Berücksichtigung der veranschlagten 10 Abschreibungsjahre und der Gutschrift für die Rohstahlproduktion (da das eingesetzte Material zu 100 % recycliert wird), ergibt sich für die Anlagenherstellung ein jährlich zu berücksichtigender Energieeinsatz zwischen 0,5 % und 4 % des Gesamtenergiebedarfs.

Damit bestätigt sich das Ergebnis des Meilensteinjahrs: Der Anteil des KEA liegt außer bei K1 bei allen Anlagen im Mittel unter 3 % am Jahresenergieverbrauch einer Reinigungsanlage. Somit kann die Anlagenherstellung in erster Näherung unberücksichtigt bleiben.

[3] konservative Schätzung nach neuerer Angabe durch Anlagenhersteller
[4] Schätzwert

B.2 Ergebnisse der Sachbilanz

Die Ergebnisse einer Sachbilanz werden in drei Teilbilanzen und als Gesamtbilanz über alle Bereiche der Prozeßkette ausgewiesen. Das Ergebnisprotokoll gliedert sich in sechs Teile:

A: Beschreibung der Nutzeneinheit

B: Liste der bilanzierten Größen der Teilbilanz „Technisches Verfahren“ (ohne Umweltbeeinflussungen aus Vor- und Nachketten)

C: Liste der bilanzierten Größen der Teilbilanz „Vorketten“ (Umweltbeeinflussungen aus der Reinigungsmittelherstellung)

D: Liste der bilanzierten Größen der Teilbilanz „Nachketten“ (Umweltbeeinflussungen aus der Verwertung und Entsorgung der Reinigungsmittelabfälle)

E: Liste der bilanzierten Größen der Gesamtbilanz (Sachbilanz der gesamten Prozeßkette des Verfahrens),

F: Angaben zu den vom Programmnutzer eingegebenen Daten.

Die Listen der bilanzierten Größen der Teilbilanzen und der Gesamtbilanz sind gegliedert in zahlenmäßig darstellbare Größen und qualitativ darstellbare Größen. Bei den zahlenmäßig darstellbaren Größen wir die Ausgabe gruppiert in:

- unmittelbar umweltbeeinflussende Größen und
- nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen.

Zu den unmittelbar umweltbeeinflussenden Größen zählen die stofflichen Emissionen, die Rohstoffentnahme (fossile, mineralische und nachwachsende Rohstoffe sowie Wasser).

Die nicht unmittelbar umweltbeeinflussenden Größen werden im Ergebnisprotokoll gegliedert in „Aus Datenmangel nicht reduzierte Größen“ (Stoffe mit fehlender Vorkette bzw. nachgelagertem Prozeß) und in „Merkposten, die methodenbedingt nicht auf umweltbeeinflussende Größen reduziert werden“ (Sekundärrohstoffe, genutzte Abwärme, Minorkomponenten sowie Stoff- und Energieströme zum Ausgleich der Massen- und Energiebilanzen).

Für die Teilbilanz „Technisches Verfahren“ wird die Liste der bilanzierten Größen um eine zusätzliche Ausgabengruppe erweitert, welche die Stoff- und Energieflußgrößen an der Schnittstelle zu den anderen Teilbilanzen und zum Subsystem „Energiebereitstellung für das technische Verfahren“ ausweisen:

- Schnittstelle zur Teilbilanz „Vorketten“: der Bedarf an Reinigungsmitteln
- Schnittstelle zur Teilbilanz „Nachketten“: Abfall, Abwasser und Abluft aus der Reinigungsanlage

- Schnittstelle zum Subsystem „Energiebereitstellung für das technische Verfahren": der Energiebedarf der Reinigungsanlage

Die qualitativen Bemerkungen enthalten die Umweltbeeinflussungen, die nicht quantifiziert werden konnten, die aber bei der Ergebnisbeurteilung berücksichtigt werden sollten.

Teil F des Ergebnisprotokolls enthält Angaben zu den vom Programmnutzer eingegebenen Daten für

- die Beschreibung von Transporten,
- die tabellarische Auflistung der Prozeßmodule, die als spezielle Daten eingegeben wurden, mit den aus der Sachbilanz resultierenden Mengen und
- die tabellarische Auflistung der Prozeßmodule mit verallgemeinerten Daten mit der Beschreibung der Randbedingungen und Annahmen.

In dem vorliegenden Projektbericht sind die angegebenen Listen B, C, D + E als zusammengefaßte Ergebnisliste für die berechneten Systeme in Anhang B.9.1 ausgewiesen.

B.3 Ergebnisse der Wirkungsabschätzung

B.3.1 Ergebnisse für den Gesamtbilanzraum Darstellung der globalen Wirkungsparameter

B.3.1.1 Ergebnisse der Wirkungsabschätzung basierend auf den Original-, betriebs- und anlagenspezifischen Daten am Beispiel von Tripel 3

In diesem Kapitel werden beispielhaft für Tripel 3 die Ergebnisse der Wirkungsabschätzung für die Originaldaten und die mit Hilfe der meßwertbasierten Simulation (Kapitel A.1.1.3.1.2) berechneten betriebs- und anlagenspezifischen Szenarien gegenübergestellt.

Die Abb. B-37 bis Abb. B-48 zeigen die Ergebnisse der drei Datensätze für die einzelnen Wirkungskategorien, untergliedert in *Summe*, *Technisches Verfahren*, *Vorketten* und *Nachketten*. Da die Reinigungsaufgabe W3 als Referenz-Reinigungsaufgabe zu Grunde gelegt wurde, sind bei Anlage W3 die Originaldaten und die betriebsspezifischen Daten identisch.

In den Abbildungen sollen für jede Anlage die drei Szenarien untereinander verglichen werden. Daher ist die Achsenskalierung für jede Anlage einzeln angepaßt und somit zwischen den drei Anlagen i.d.R. jeweils unterschiedlich.

Die Unterschiede in den Ergebnissen der Wirkungsabschätzung der drei Szenarien können für die **Anlage C3** folgendermaßen zusammengefaßt werden:

Die Anlage C3 hat in allen drei Szenarien eine ähnlich hohe Auslastung (original: 92 %, betriebsspezifisch: 87 %, anlagenspezifisch: 100 %). Somit sind die Unterschiede zwischen den Szenarien im *Technischen Verfahren* relativ gering. Entsprechend sind auch die Unterschiede in der Summe für alle Wirkungskategorien, die vor allem durch das *Technische Verfahren* bestimmt sind (Energie, nicht erneuerbar; Energie, erneuerbar, Wasserentnahme, Siedlungsabfall, Sonderabfall, Radioaktiver Abfall, Eutrophierungspotential, Versauerungspotential, GWP und Wirkfrachtpotential Atmosphäre) relativ gering.

Der spezifische Schmutzeintrag ist bei den Originaldaten mit 7 g pro Vergleichscharge deutlich geringer als bei der Referenz-Reinigungsaufgabe für den betriebs- und anlagenspezifischen Vergleich (92 g/Vergleichscharge.). Somit ergeben sich starke Veränderungen in den Vor- und Nachketten. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Stoff- und Energieflüsse der Vor- und Nachketten stark schmutzabhängig sind. Bei den Wirkungskategorien, die wesentlich durch die Vor- und Nachketten bestimmt sind (Mineralien und Wirkfrachtpotential Wasser) ergeben sich somit auch in der *Summe* deutlich höhere Werte.

Bei der **Anlage K3** ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen den Originaldaten, betriebs- und anlagenspezifischen Daten für alle Wirkungskategorien. Dies kann im wesentlichen auf die unterschiedliche Auslastung der Anlage K3 für die drei Szenarien zurückgeführt werden (original: 32 %, betriebsspezifisch: 59 %, anlagenspezifisch: 100 %). Dieser Einfluß ist jeweils im *Technischen Verfahren* und in der *Summe* bei allen Wirkungsparametern, die wesentlich durch das *Technische Verfahren* bestimmt werden, deutlich zu erkennen.

Die spezifische Verschmutzung ist mit 139 g pro Vergleichscharge in den Originaldaten etwas höher als in der Referenz-Reinigungsaufgabe (92 g/Vergleichscharge.). Da die den Vor- und Nachketten zu Grunde liegenden Stoff- und Energieflüsse im wesentlichen schmutzabhängig sind, sind die Werte der *Vor*- und *Nachketten* für die betriebs- und anlagenspezifischen Daten entsprechend geringer als für die Originaldaten.

Da die Reinigungsaufgabe der Anlage W3 als Referenz gewählt wurde, beschränkt sich der Unterschied der Szenarien bei **Anlage W3** auf den Einfluß der Auslastung. In den Originaldaten und damit hier auch im betriebsspezifischen Szenario beträgt die Auslastung 86 %. Die Unterschiede zum anlagenspezifischen Szenario mit 100 % Auslastung sind in den einzelnen Wirkungskategorien daher relativ gering.

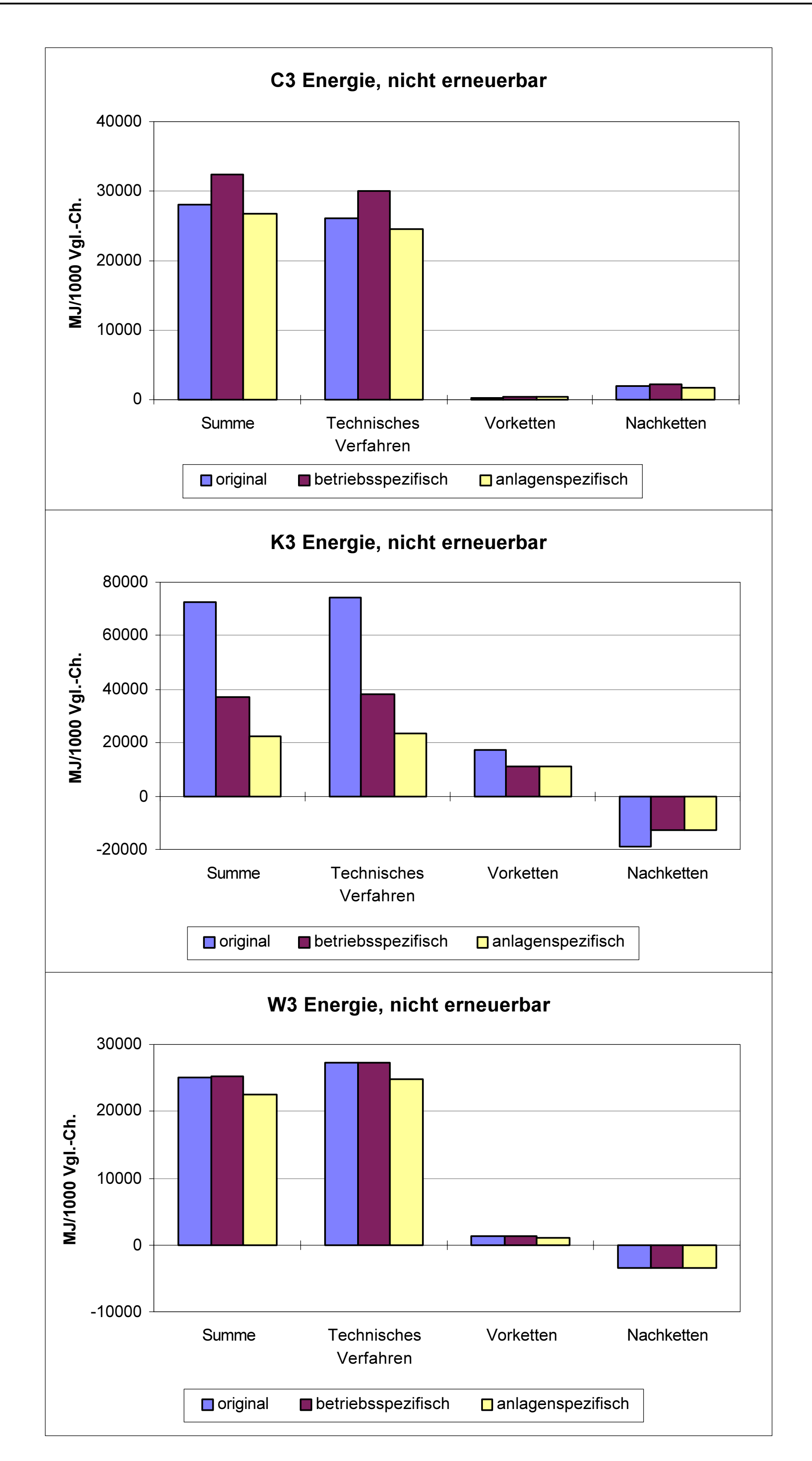


Abb. B-37: Vergleich der Ergebnisse der Auswertung der originalen-, betriebsspezifischen und anlagenspezifischen Daten am Beispiel von Reinigungsaufgabenkategorie 3: Wirkungskategorie - Energie, nicht erneuerbar

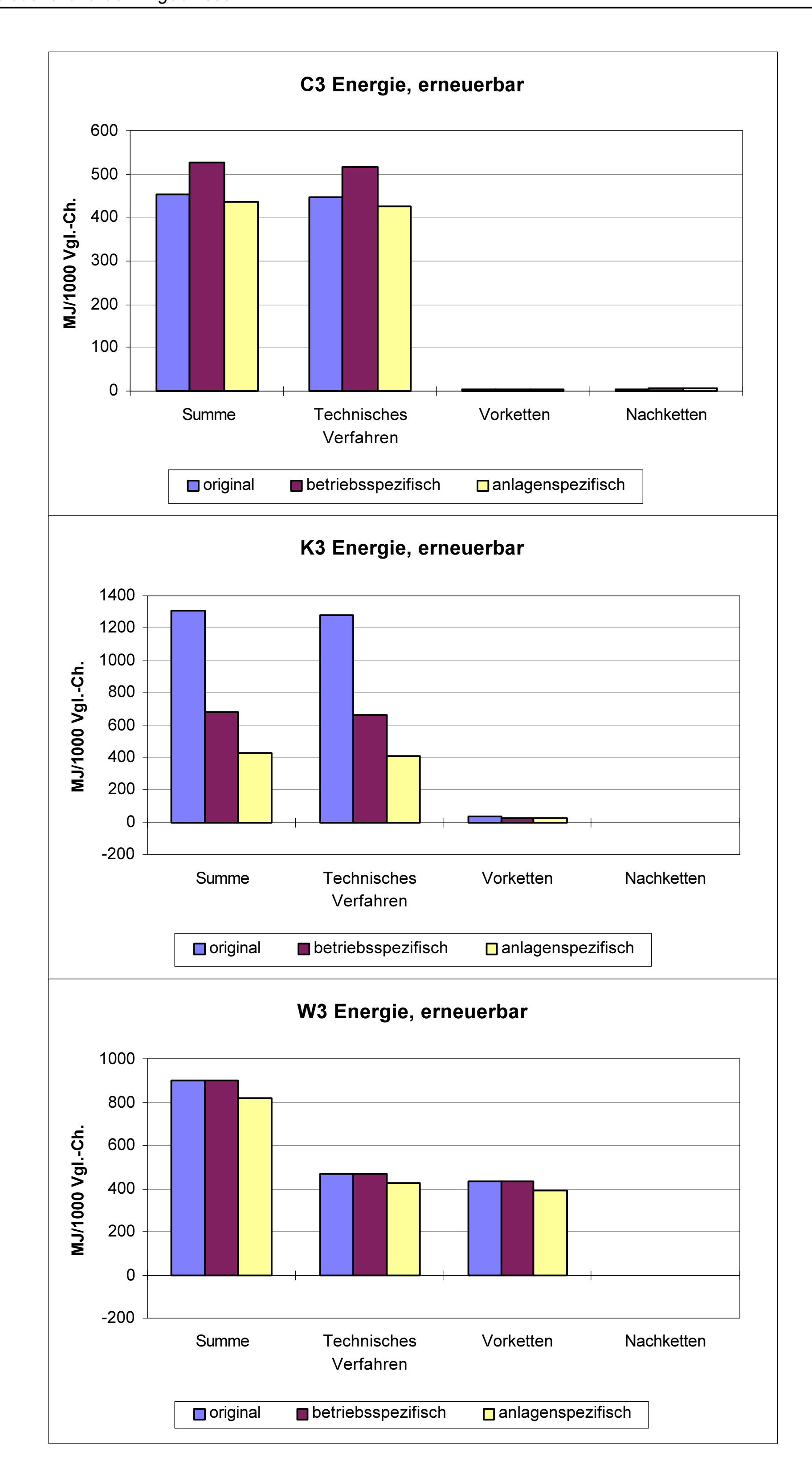


Abb. B-38: Vergleich der Ergebnisse der Auswertung der originalen-, betriebsspezifischen und anlagenspezifischen Daten am Beispiel von Reinigungsaufgabenkategorie 3: Wirkungskategorie - Energie, erneuerbar

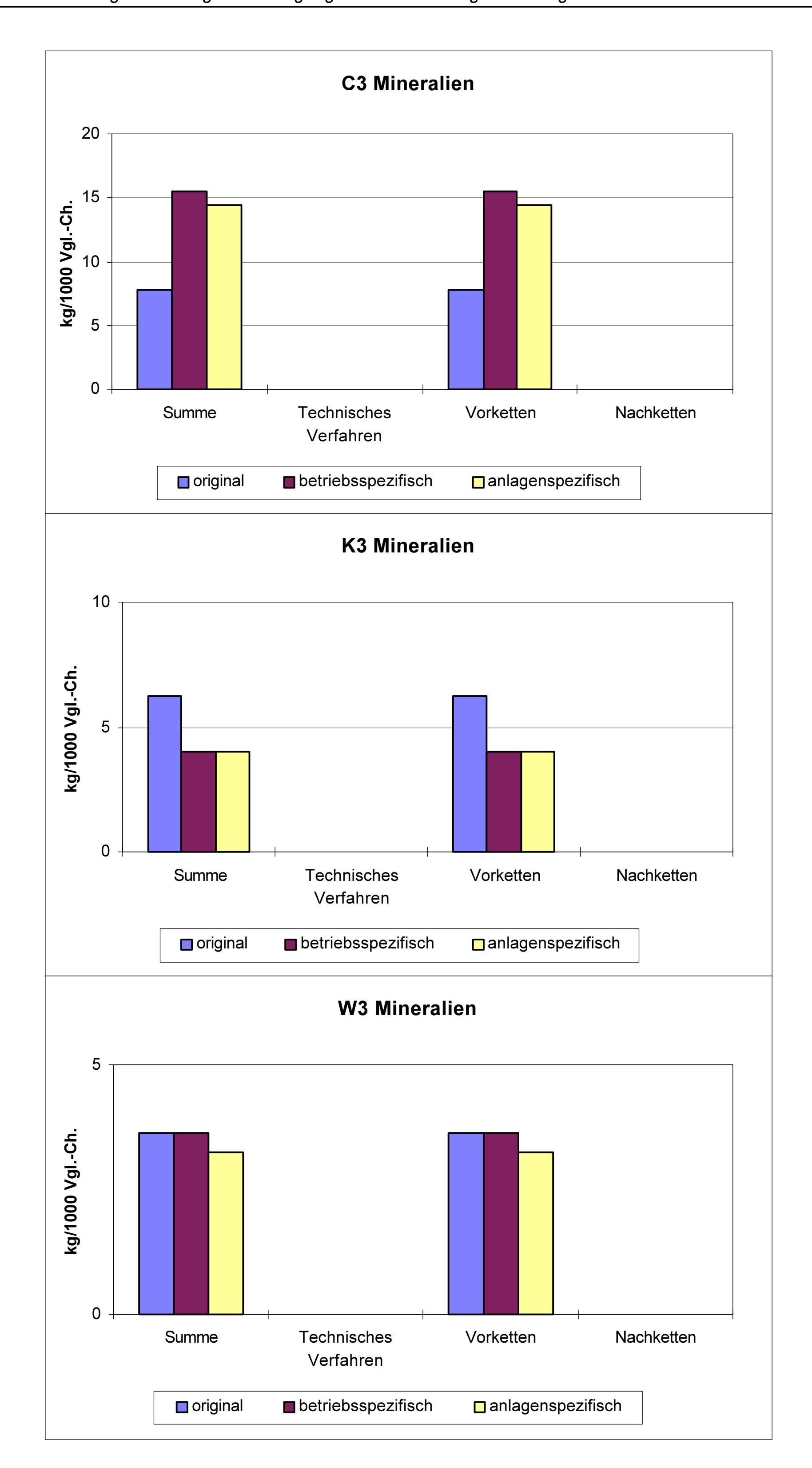


Abb. B-39: Vergleich der Ergebnisse der Auswertung der originalen-, betriebsspezifischen und anlagenspezifischen Daten am Beispiel von Reinigungsaufgabenkategorie 3: Wirkungskategorie - Mineralien

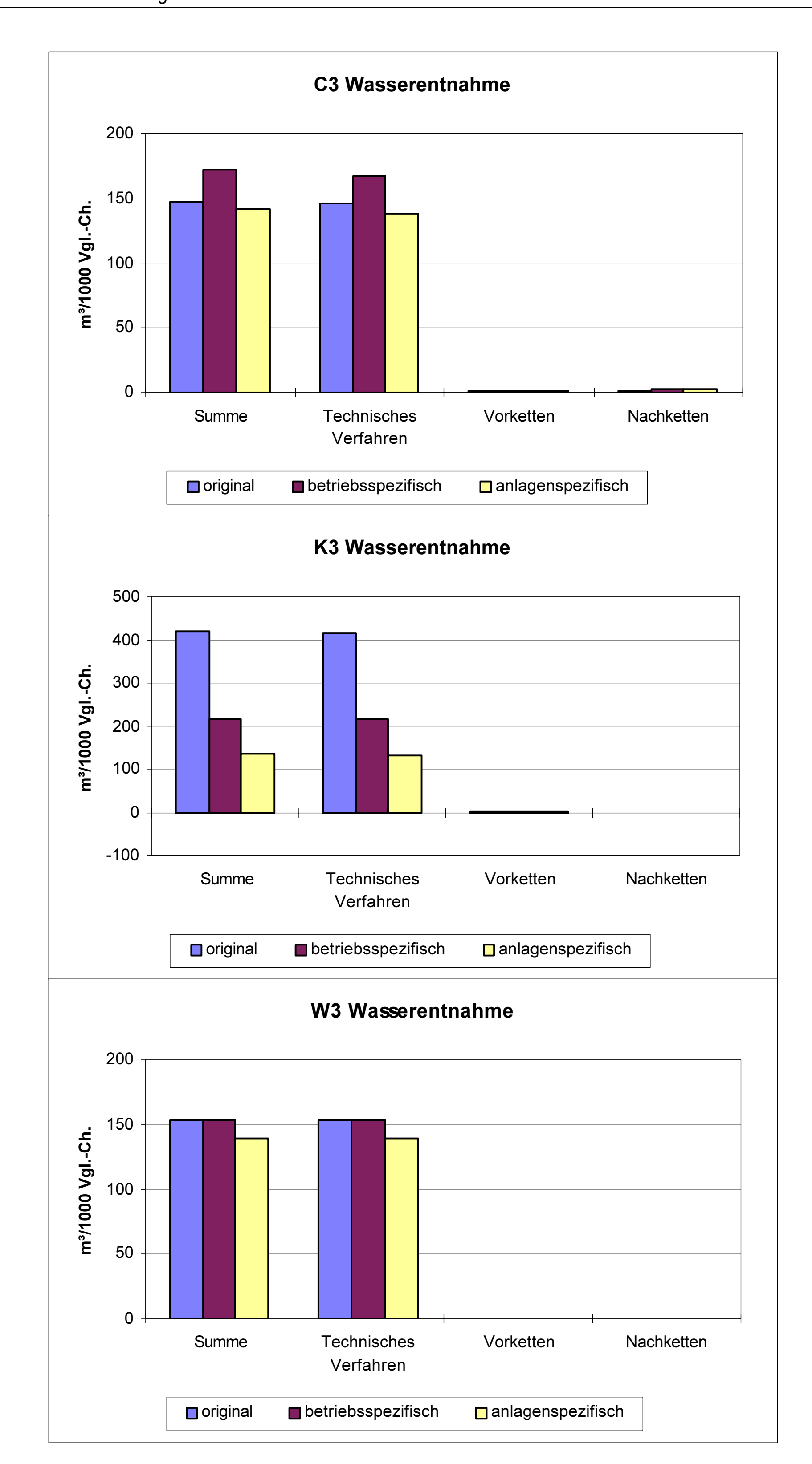


Abb. B-40: Vergleich der Ergebnisse der Auswertung der originalen-, betriebsspezifischen und anlagenspezifischen Daten am Beispiel von Reinigungsaufgabenkategorie 3: Wirkungskategorie - Wasserentnahme

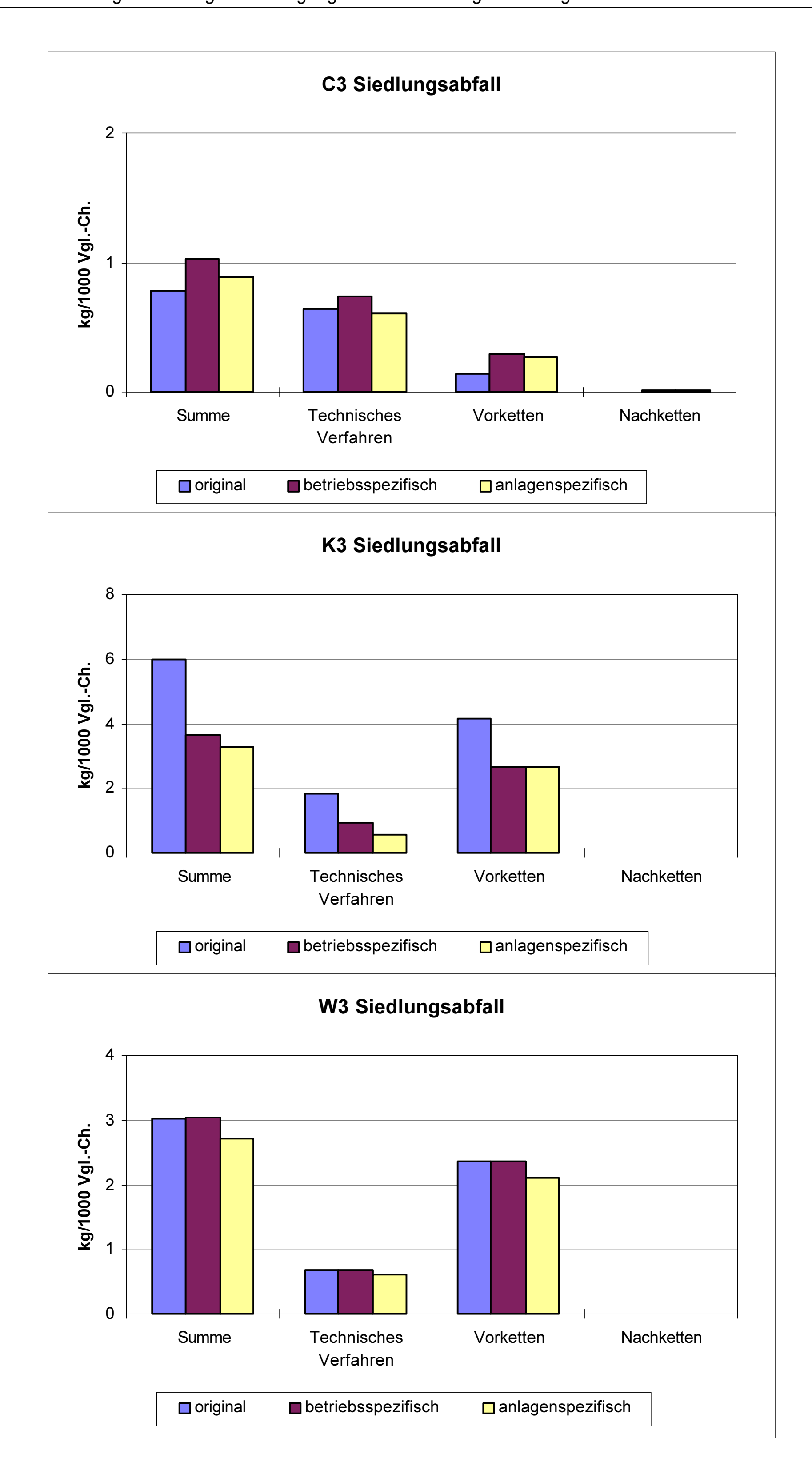


Abb. B-41: Vergleich der Ergebnisse der Auswertung der originalen-, betriebsspezifischen und anlagenspezifischen Daten am Beispiel von Reinigungsaufgabenkategorie 3: Wirkungskategorie - Siedlungsabfall

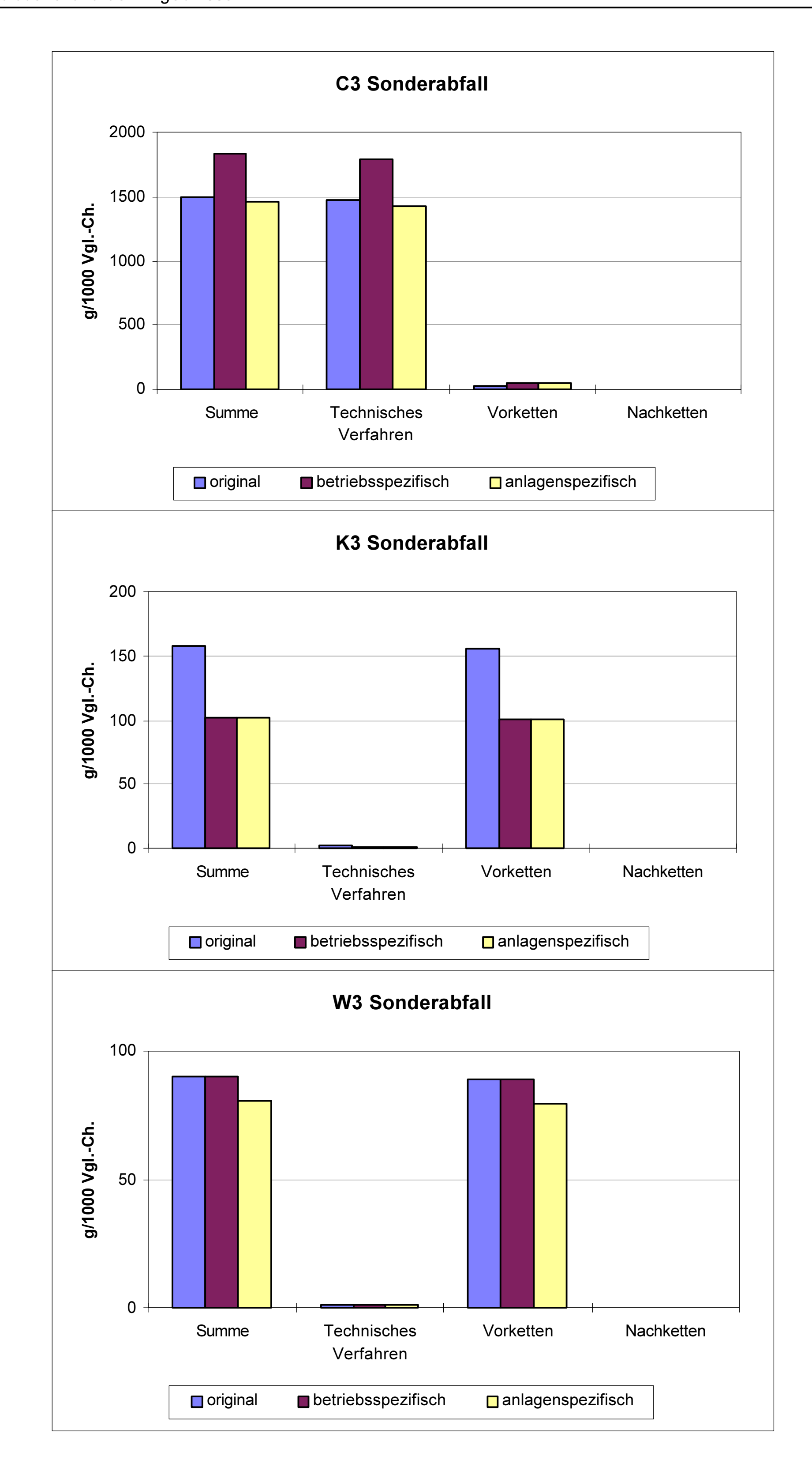


Abb. B-42: Vergleich der Ergebnisse der Auswertung der originalen-, betriebsspezifischen und anlagenspezifischen Daten am Beispiel von Reinigungsaufgabenkategorie 3: Wirkungskategorie - Sonderabfall

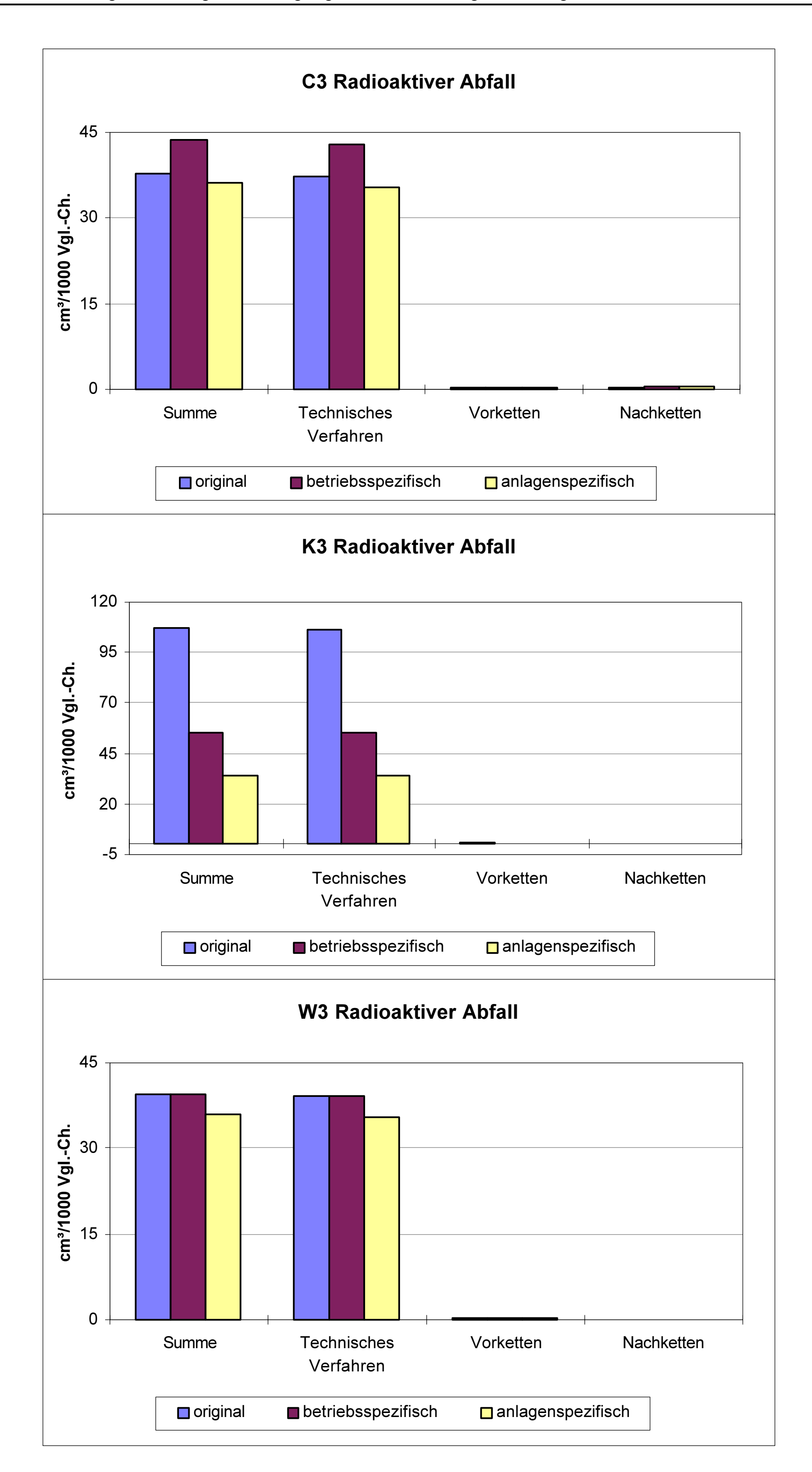


Abb. B-43: Vergleich der Ergebnisse der Auswertung der originalen-, betriebsspezifischen und anlagenspezifischen Daten am Beispiel von Reinigungsaufgabenkategorie 3: Wirkungskategorie - Radioaktiver Abfall

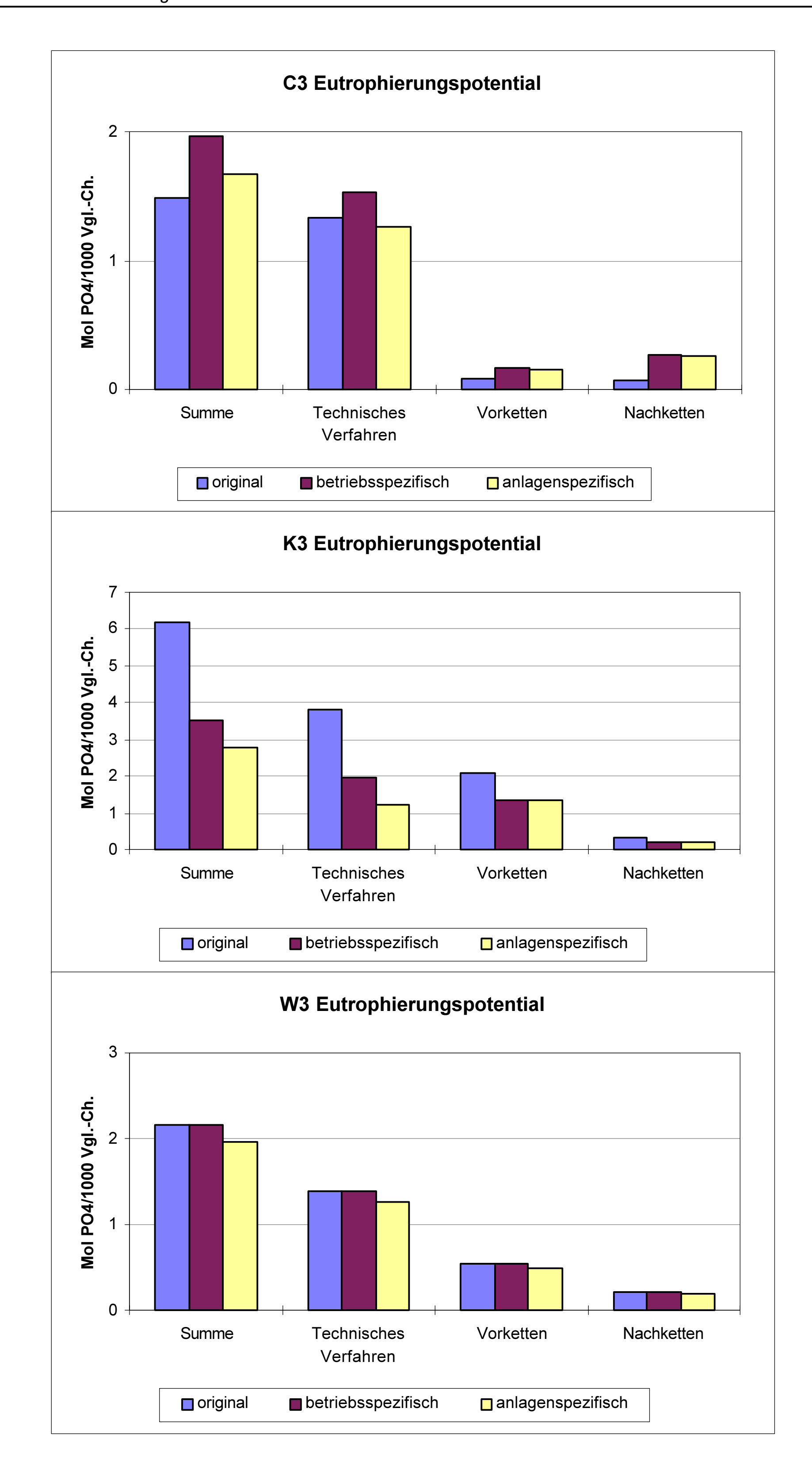


Abb. B-44: Vergleich der Ergebnisse der Auswertung der originalen-, betriebsspezifischen und anlagenspezifischen Daten am Beispiel von Reinigungsaufgabenkategorie 3: Wirkungskategorie - Eutrophierungspotential

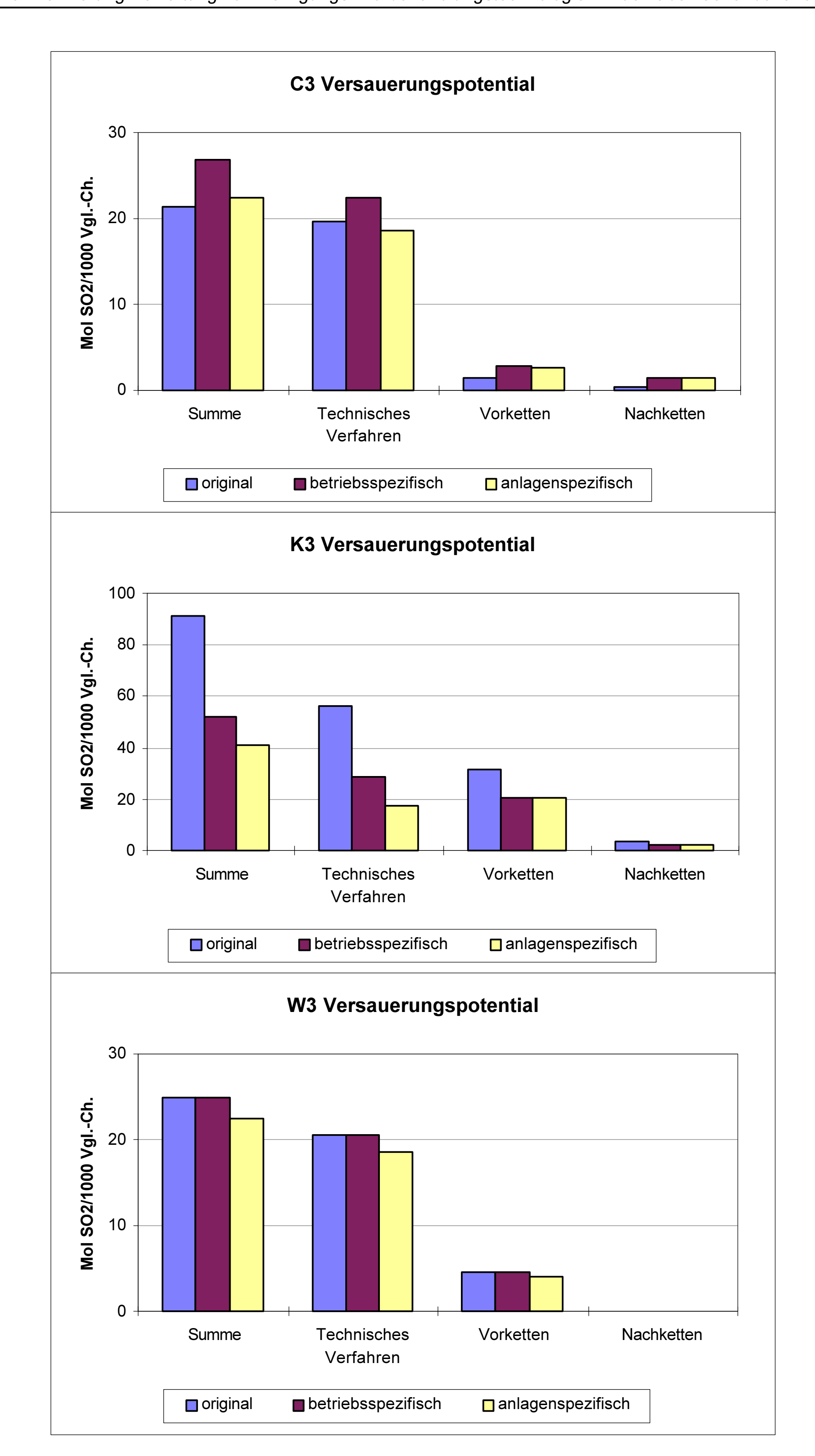


Abb. B-45: Vergleich der Ergebnisse der Auswertung der originalen-, betriebsspezifischen und anlagenspezifischen Daten am Beispiel von Reinigungsaufgabenkategorie 3: Wirkungskategorie - Versauerungspotential

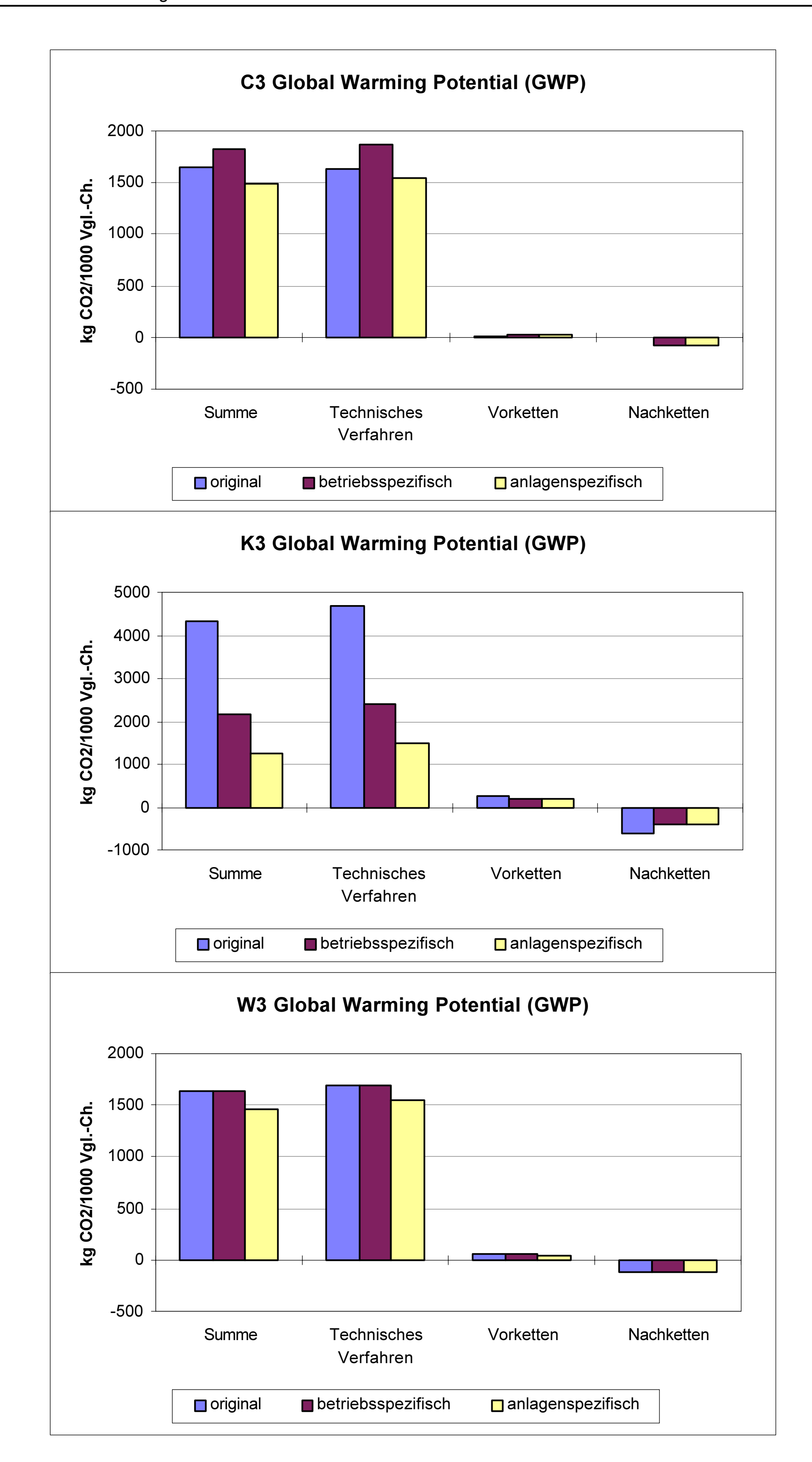


Abb. B-46: Vergleich der Ergebnisse der Auswertung der originalen-, betriebsspezifischen und anlagenspezifischen Daten am Beispiel von Reinigungsaufgabenkategorie 3: Wirkungskategorie - Global Warming Potential

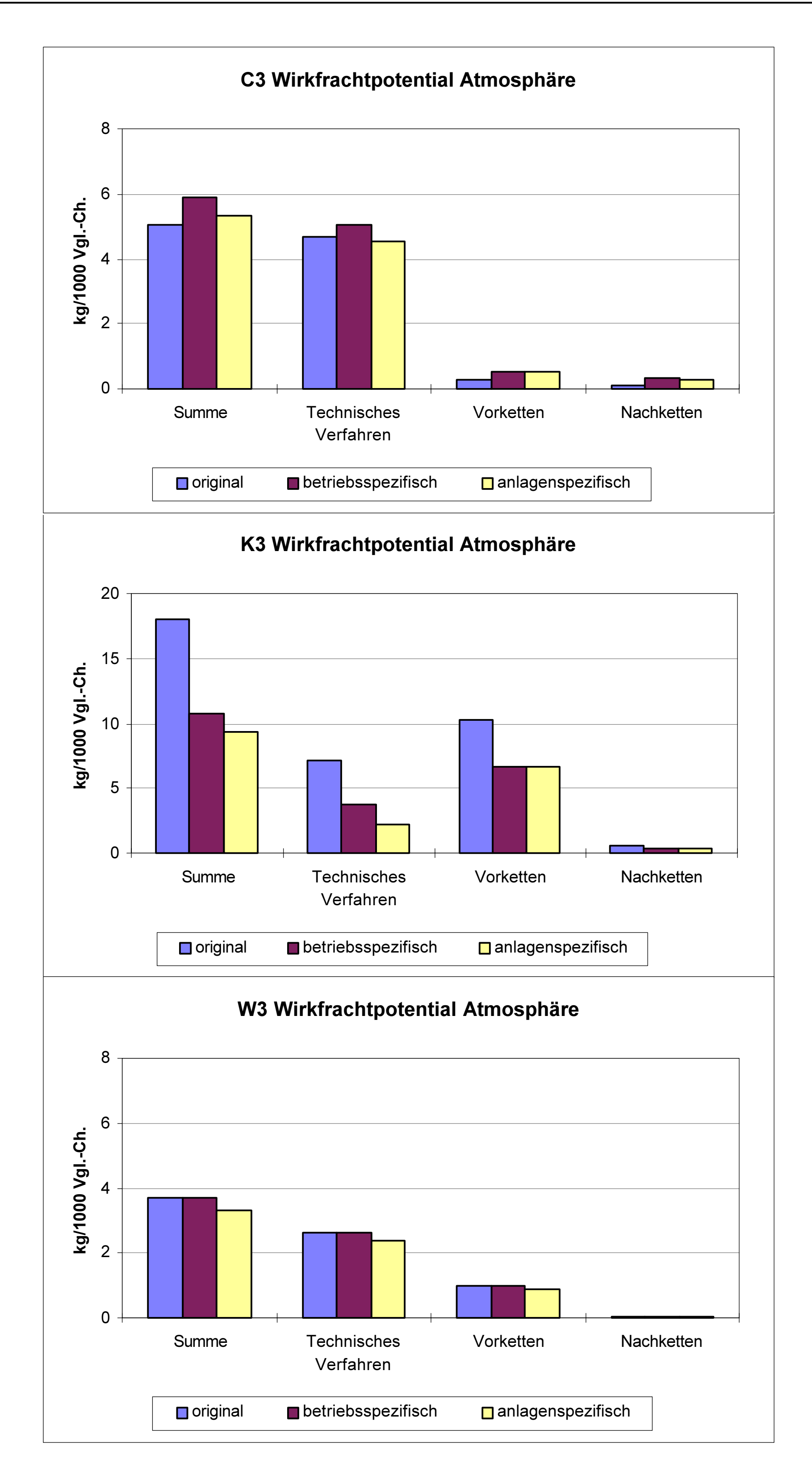


Abb. B-47: Vergleich der Ergebnisse der Auswertung der originalen-, betriebsspezifischen und anlagenspezifischen Daten am Beispiel von Reinigungsaufgabenkategorie 3: Wirkungskategorie - Wirkfrachtpotential Atmosphäre

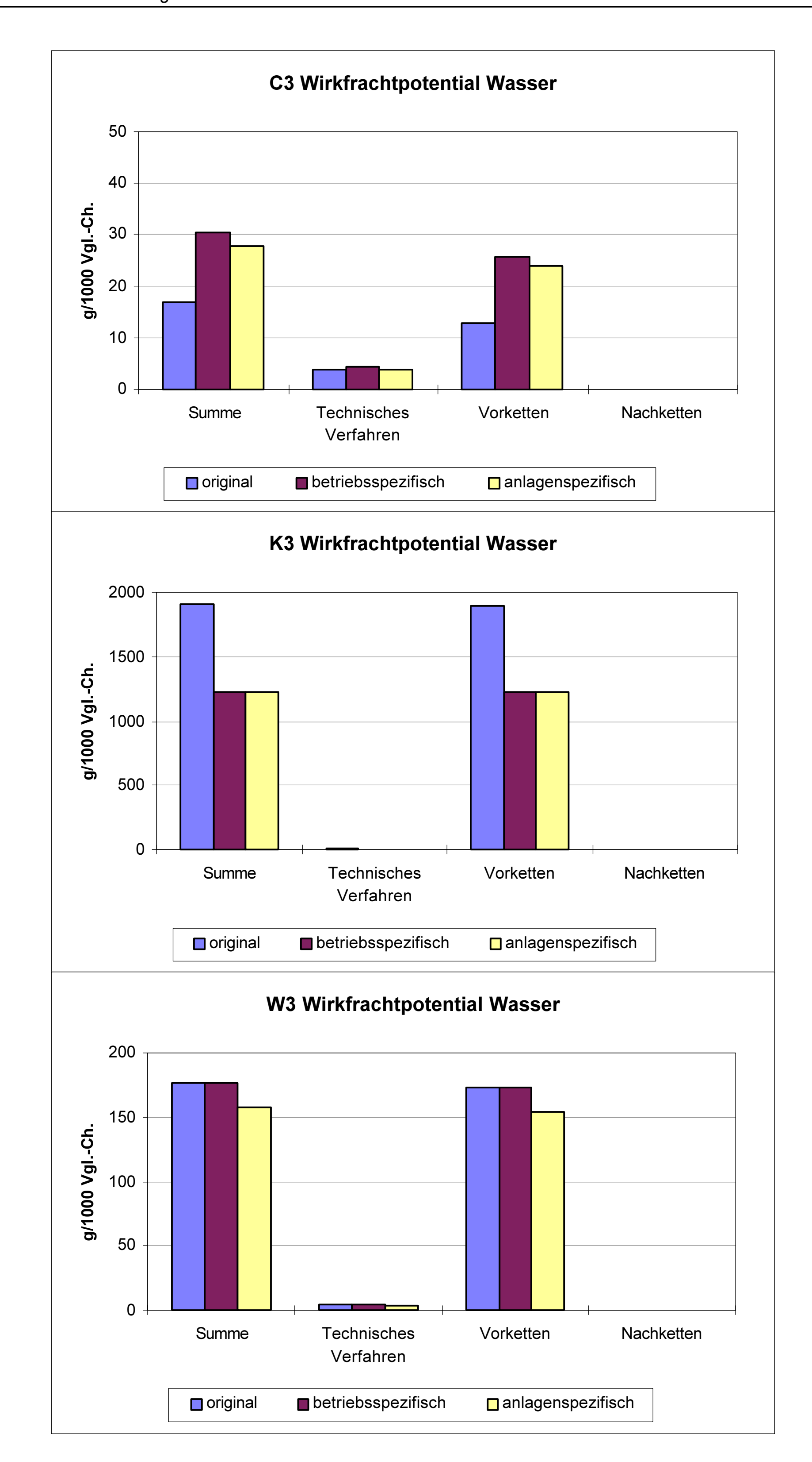


Abb. B-48: Vergleich der Ergebnisse der Auswertung der originalen-, betriebsspezifischen und anlagenspezifischen Daten am Beispiel von Reinigungsaufgabenkategorie 3: Wirkungskategorie - Wirkfrachtpotential Wasser

B.3.1.2 Ergebnisse der Wirkungsabschätzung für die Reinigungsaufgabenkategorie 2, 3, 4 und 6 im anlagenspezifischen Vergleich

Die Ergebnisse der Wirkungsabschätzung werden in Form von Balkendiagrammen abgebildet, wobei sowohl die Beiträge der Teilbilanzräume (Vorkette, Technisches Verfahren, Nachkette), als auch deren Summe dargestellt sind.

Die Ergebnisse für die Anlagen der Reinigungsaufgabenkategorien 2, 3, 4 und 6 basieren jeweils auf den anlagenspezifischen Werten der Sachbilanz. Sie sind für jeden Wirkbilanzparameter auf einem Blatt dargestellt, wobei die Achsenskalierung jeweils einheitlich gestaltet wurde.

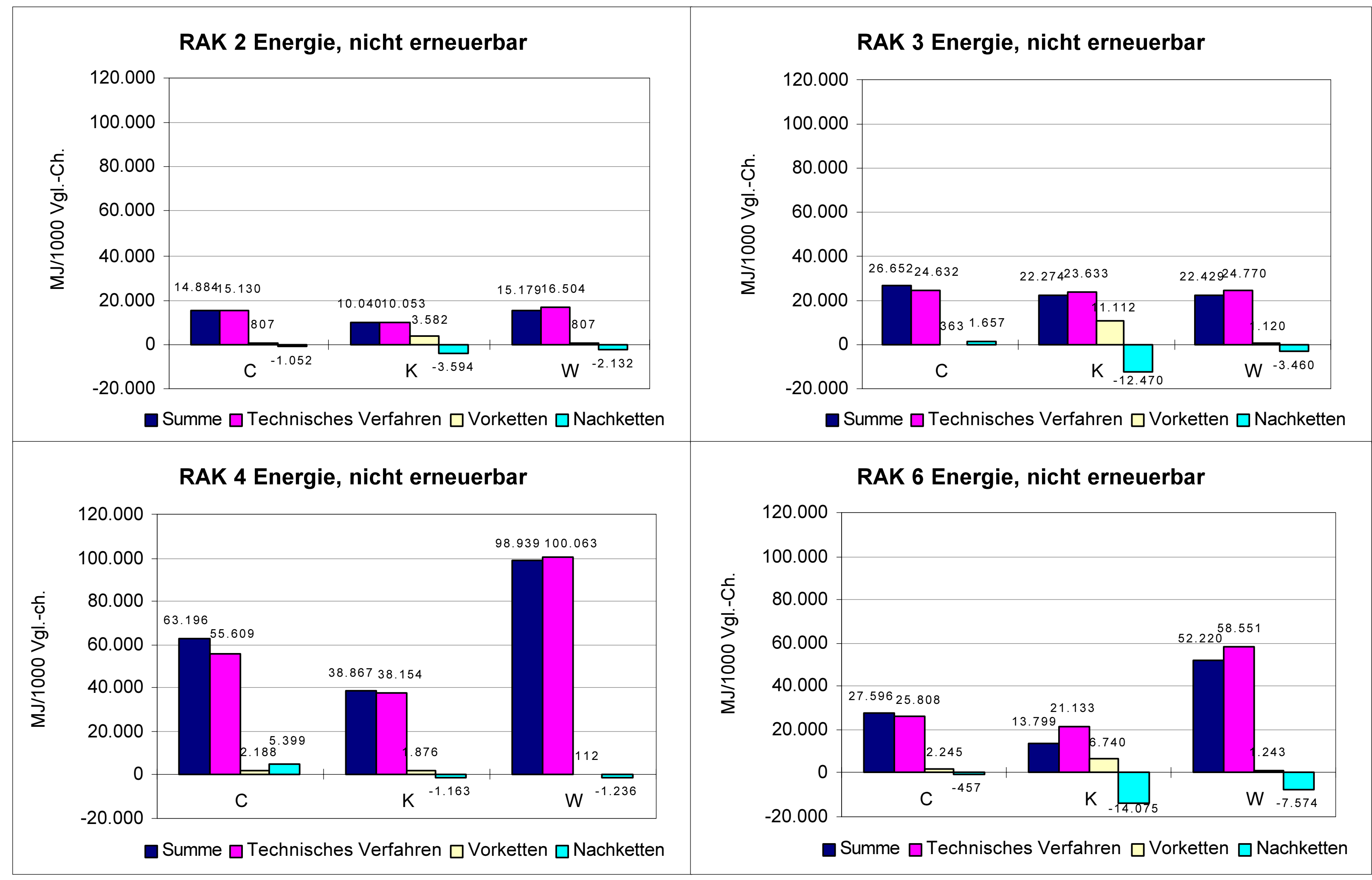


Abb. B-49: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung im anlagenspezifischen Verfahrensvergleich: Wirkbilanzparameter Energie, nicht erneuerbar

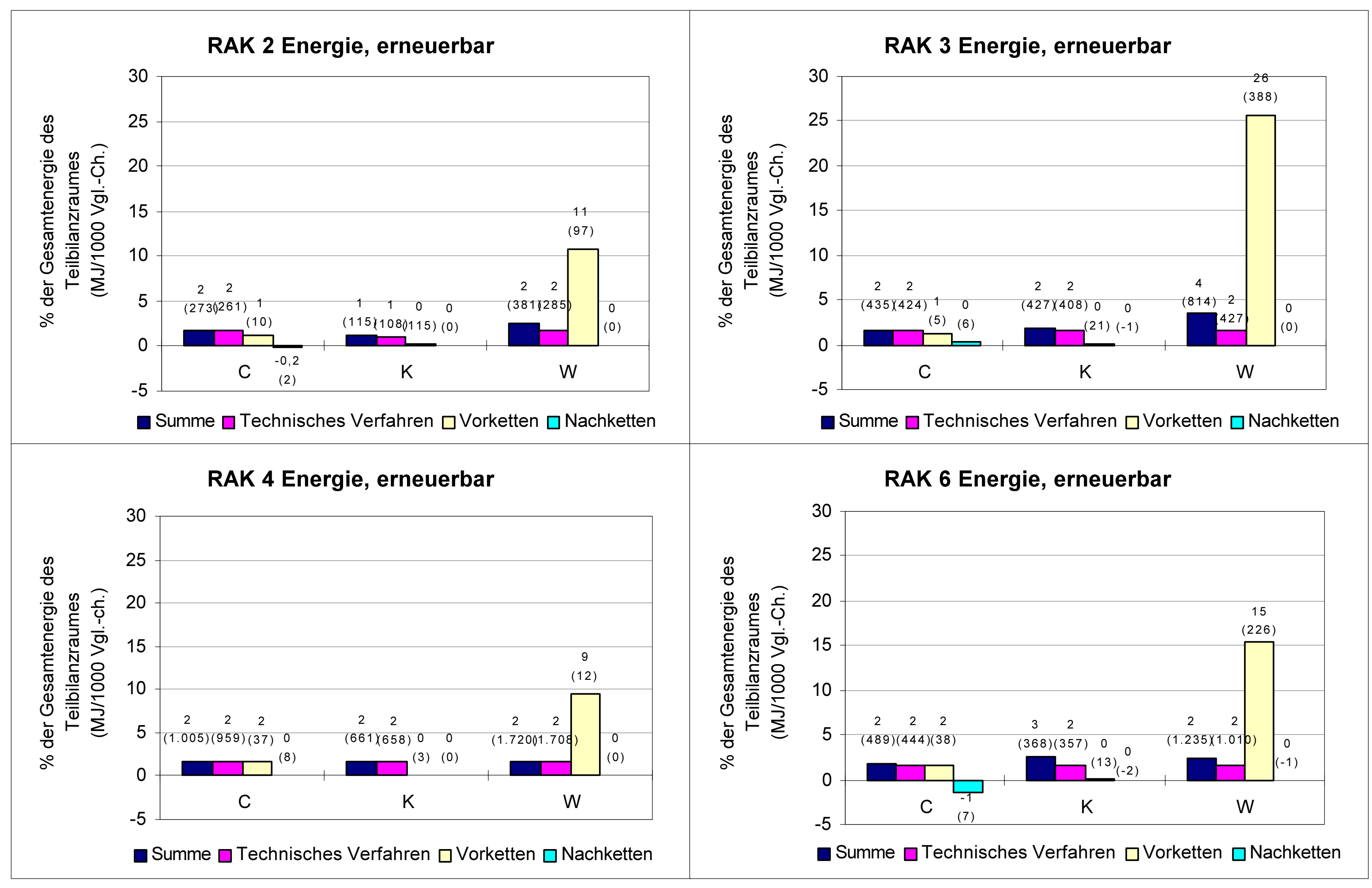


Abb. B-50: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung im anlagenspezifischen Verfahrensvergleich: Wirkbilanzparameter Energie, erneuerbar

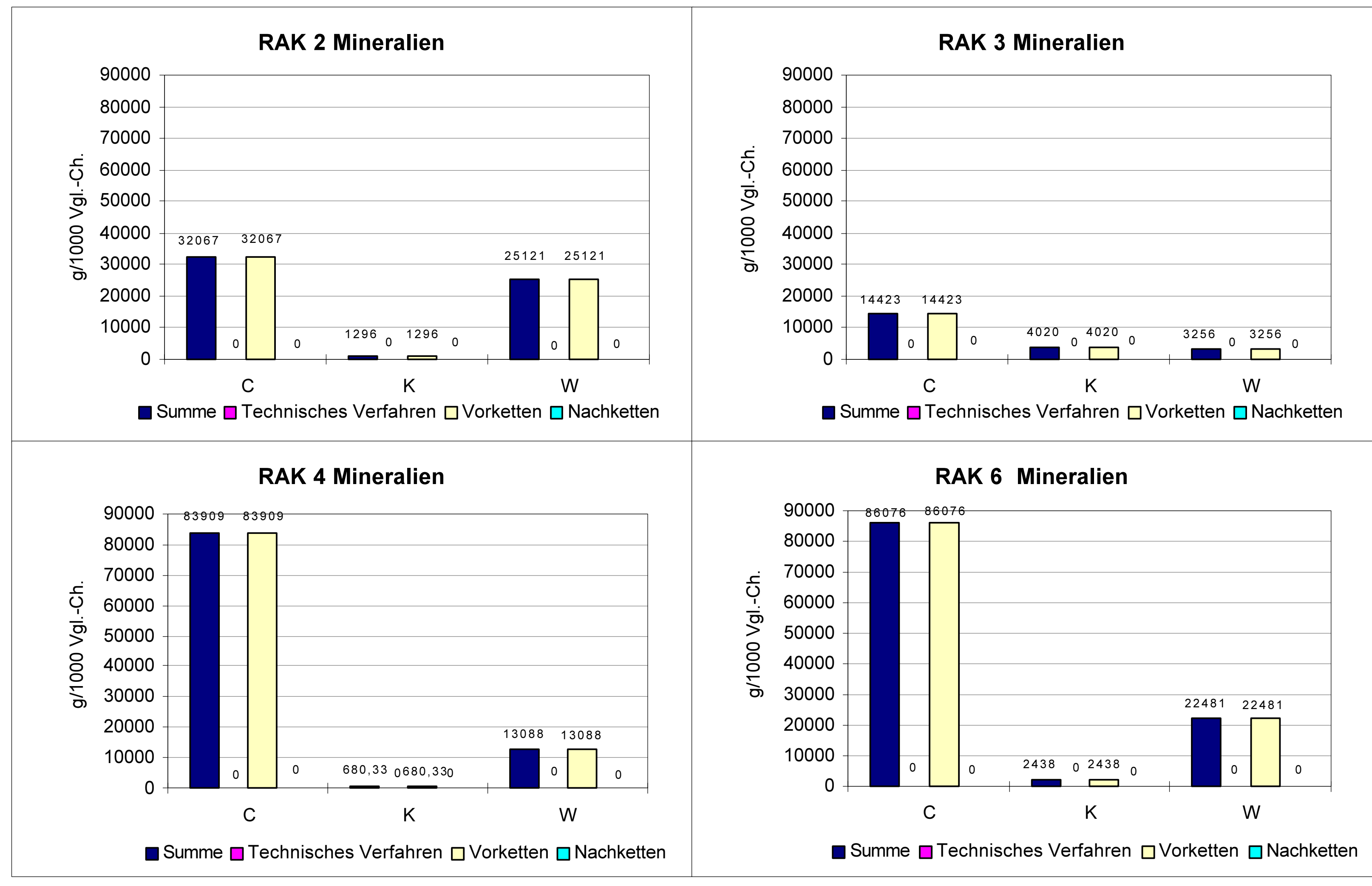


Abb. B-51: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung im anlagenspezifischen Verfahrensvergleich: Wirkbilanzparameter Mineralien

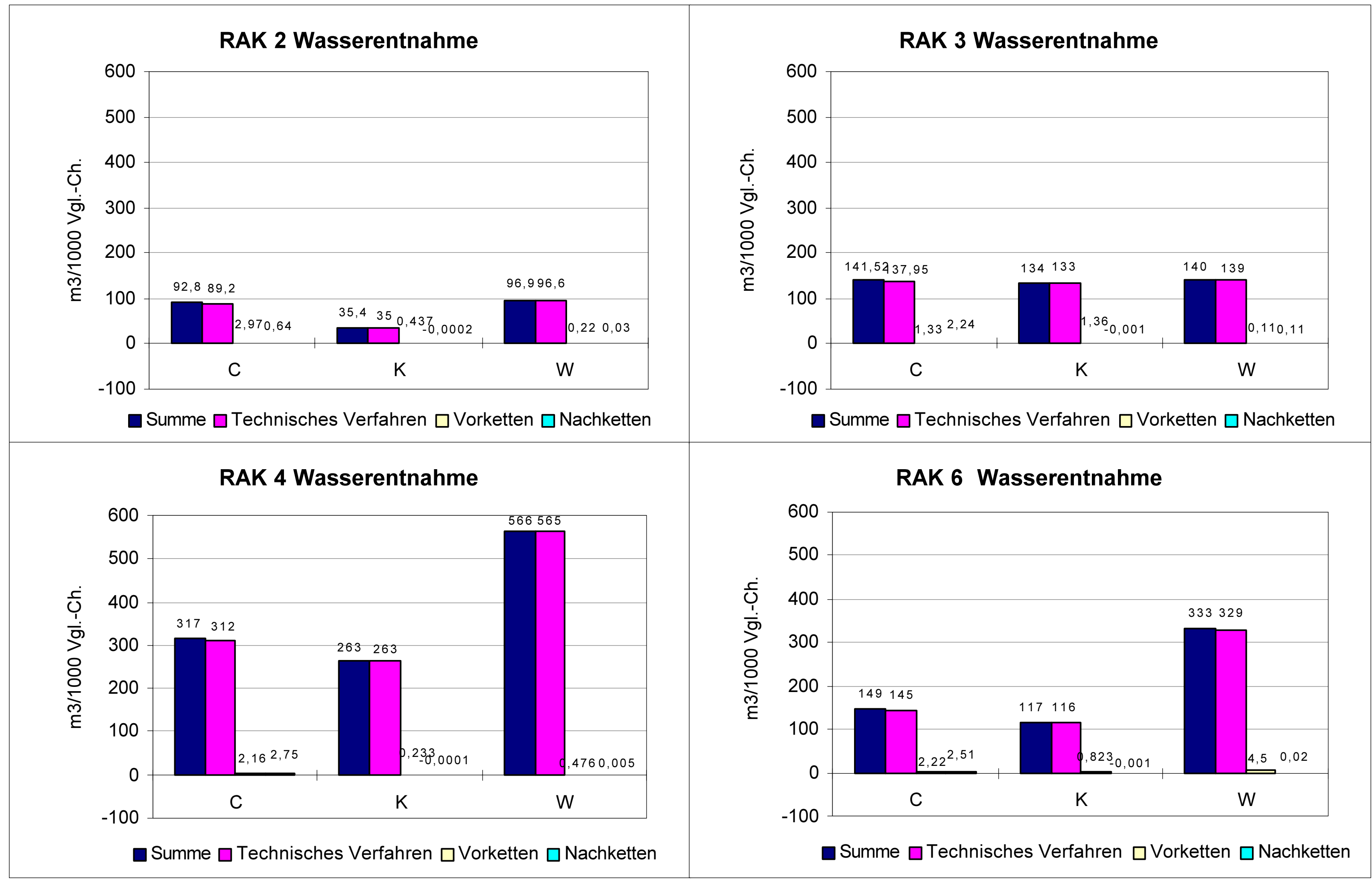


Abb. B-52: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung im anlagenspezifischen Verfahrensvergleich: Wirkbilanzparameter Wasserentnahme

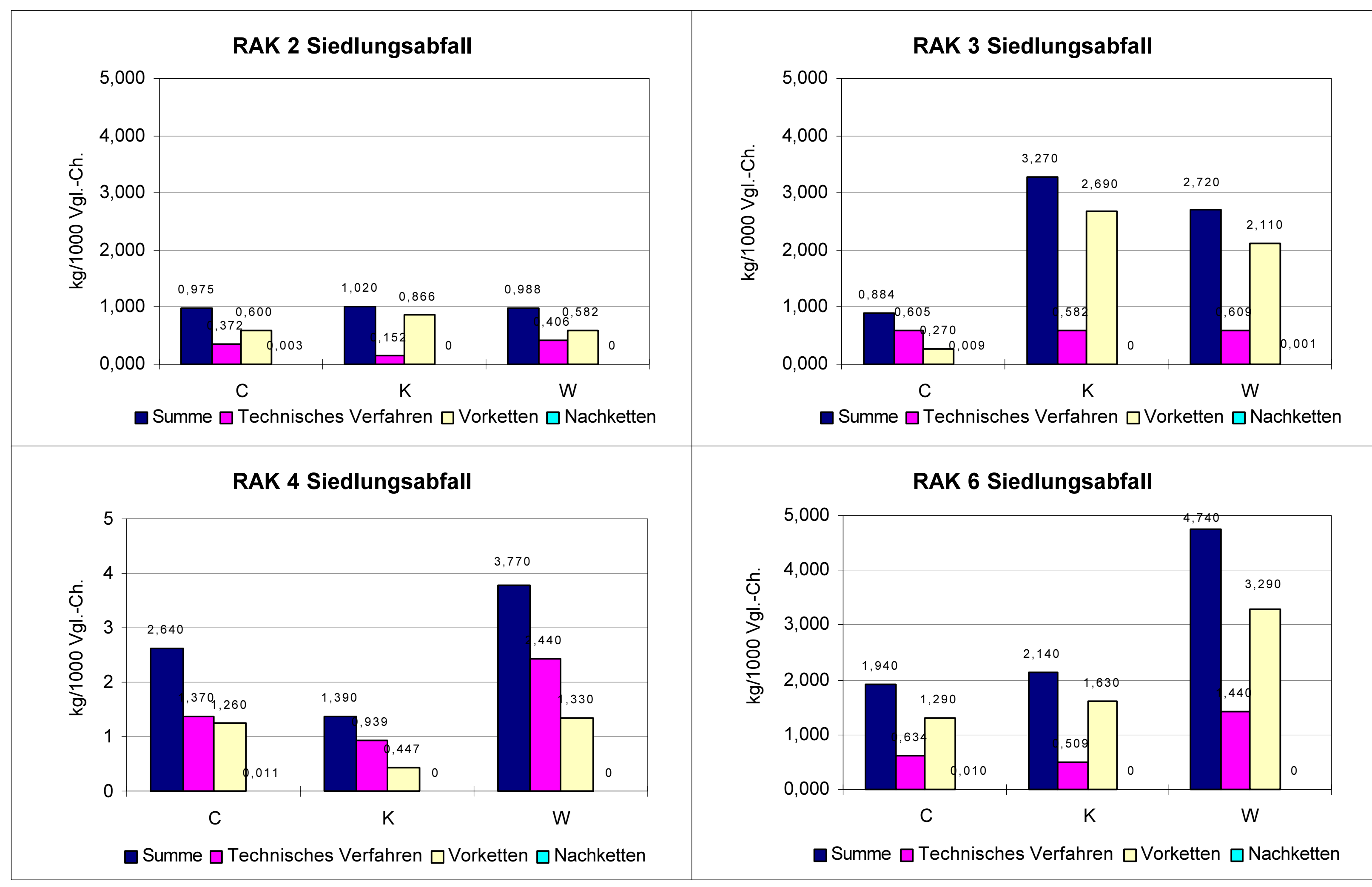


Abb. B-53: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung im anlagenspezifischen Verfahrensvergleich: Wirkbilanzparameter Siedlungsabfall

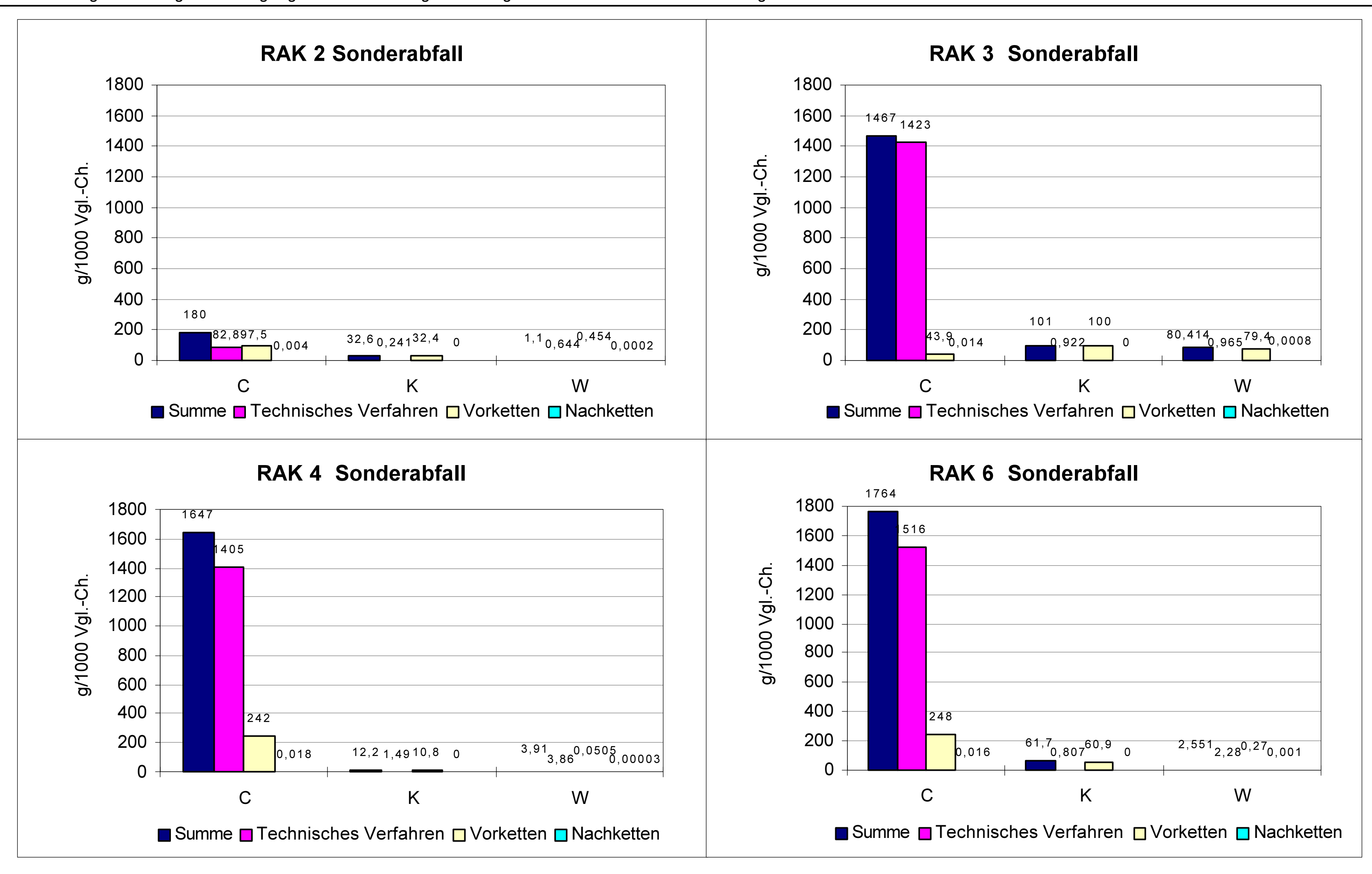


Abb. B-54: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung im anlagenspezifischen Verfahrensvergleich: Wirkbilanzparameter Sonderabfall

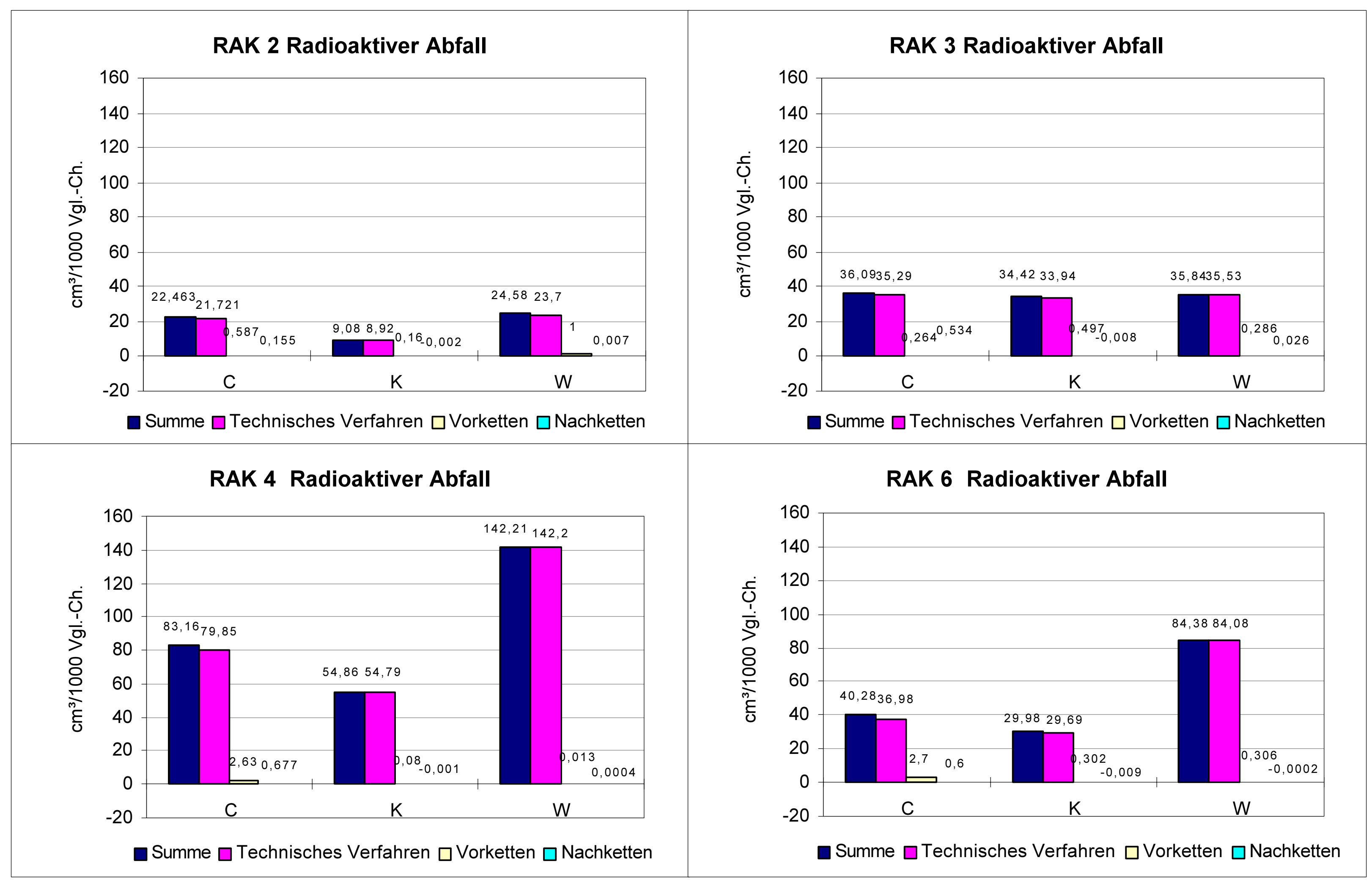


Abb. B-55: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung im anlagenspezifischen Verfahrensvergleich: Wirkbilanzparameter Radioaktiver Abfall

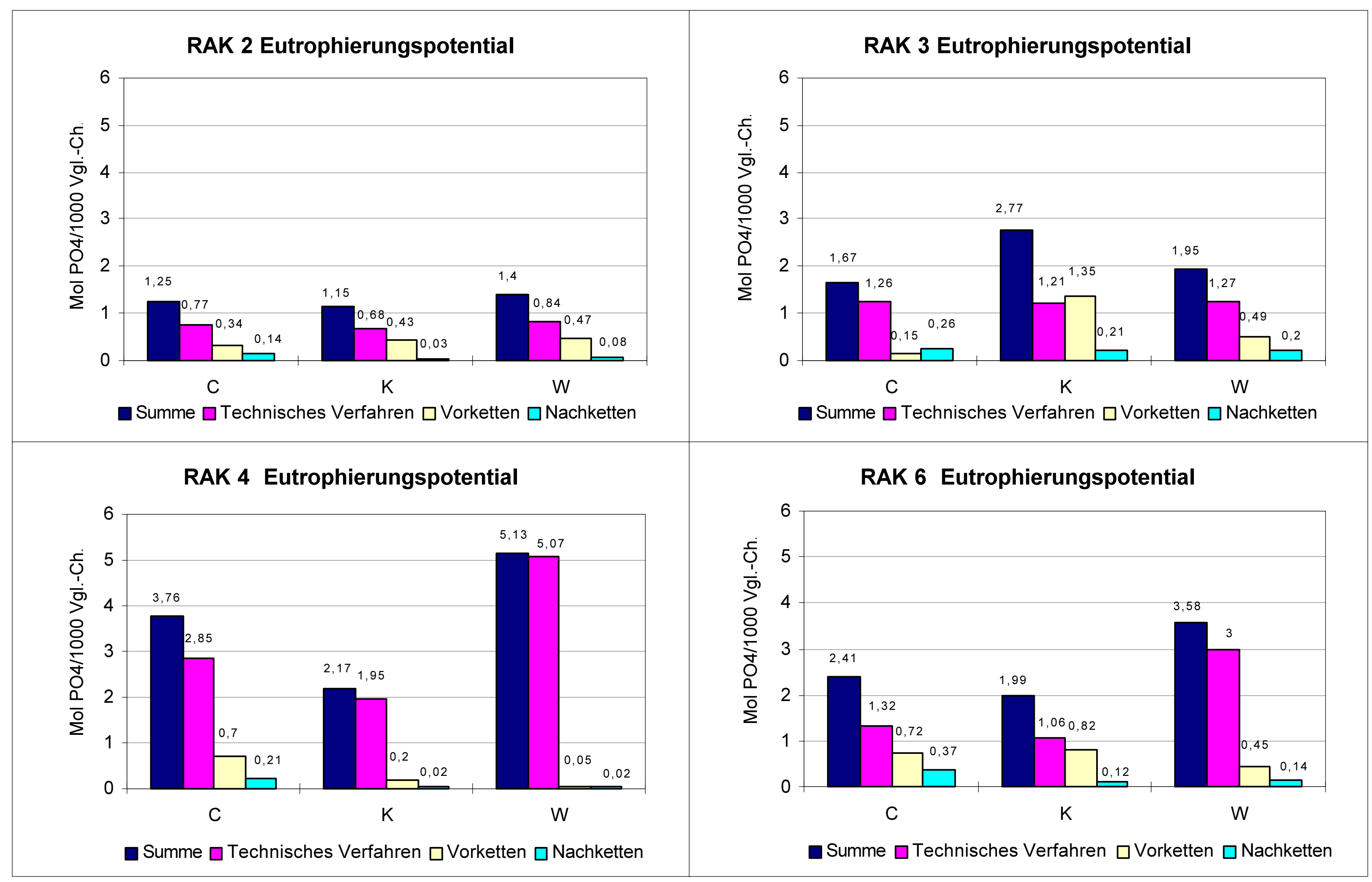


Abb. B-56: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung im anlagenspezifischen Verfahrensvergleich: Wirkbilanzparameter Eutrophierungspotential

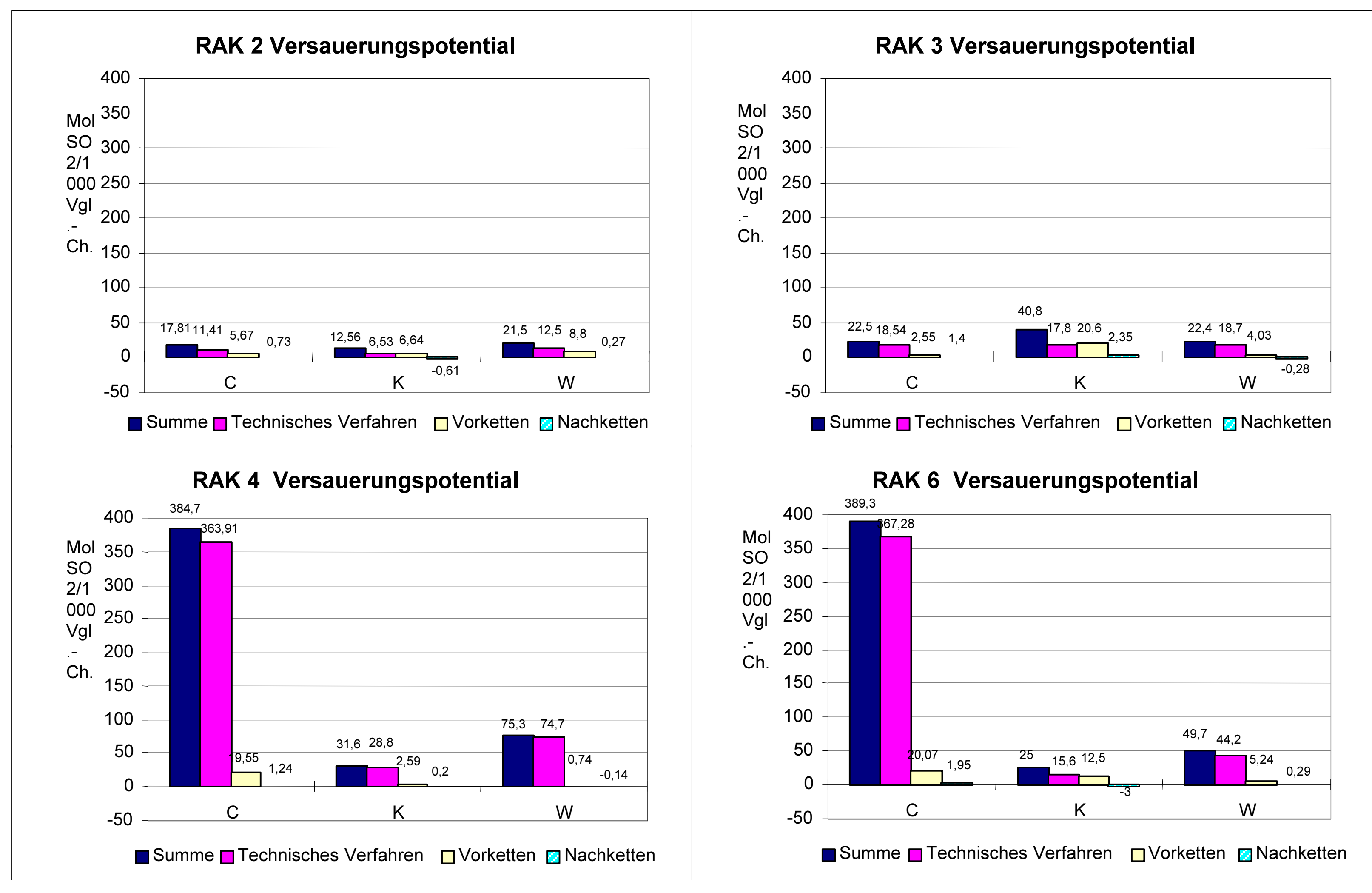


Abb. B-57: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung im anlagenspezifischen Verfahrensvergleich: Wirkbilanzparameter Versauerungspotential

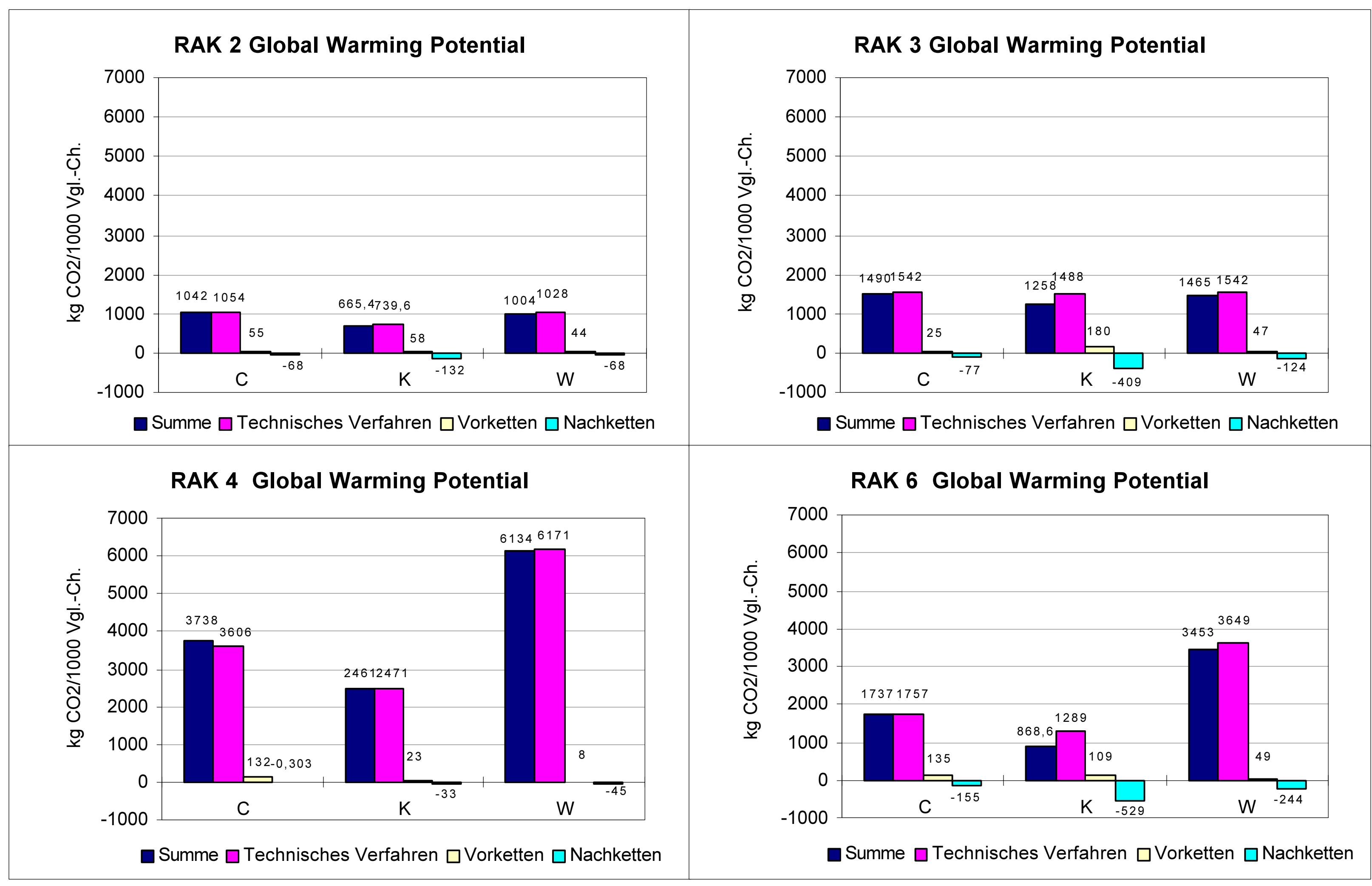


Abb. B-58: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung im anlagenspezifischen Verfahrensvergleich: Wirkbilanzparameter Global Warming Potential

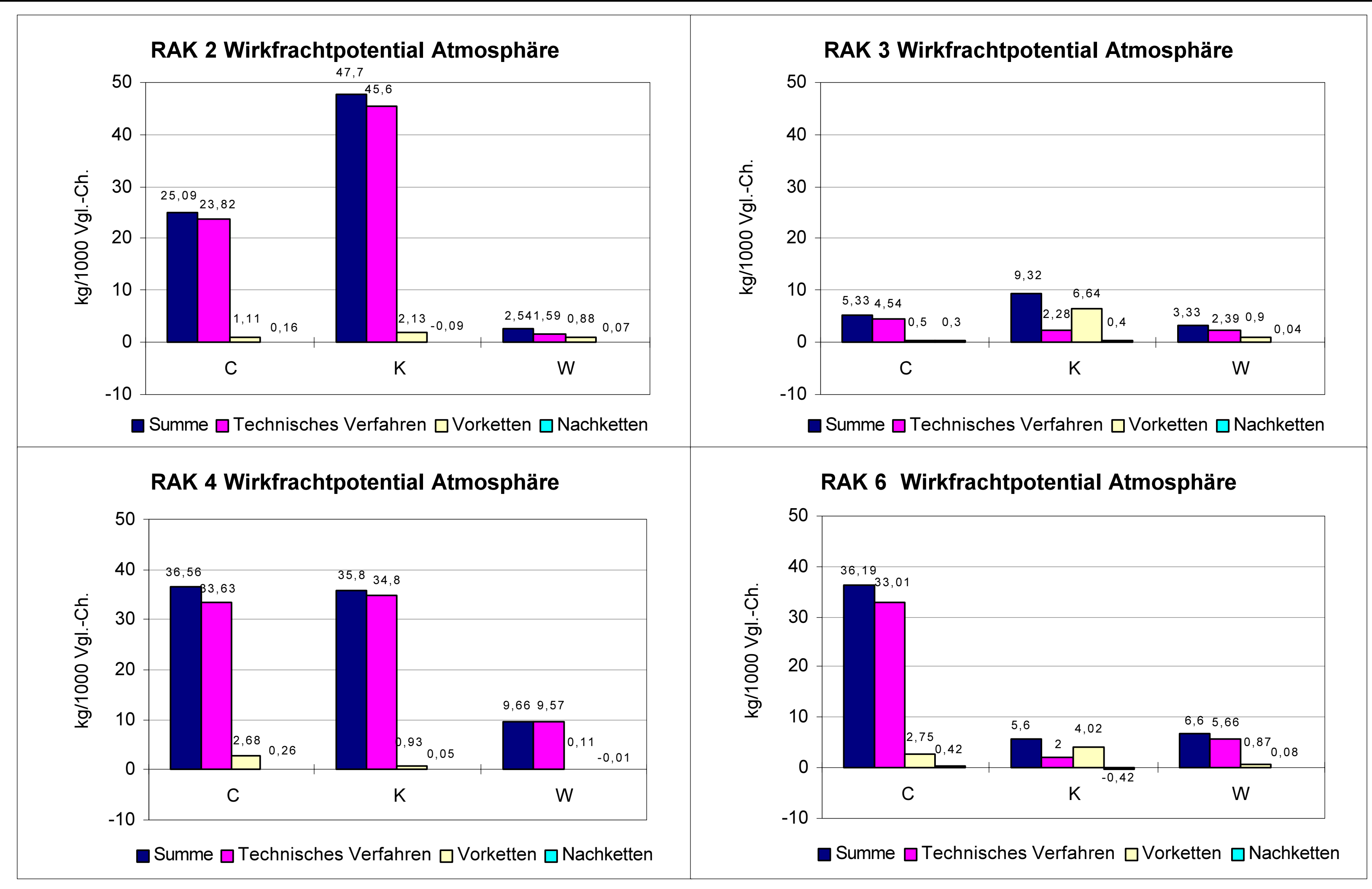


Abb. B-59: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung im anlagenspezifischen Verfahrensvergleich: Wirkbilanzparameter Wirkfrachtpot. Atmosphäre

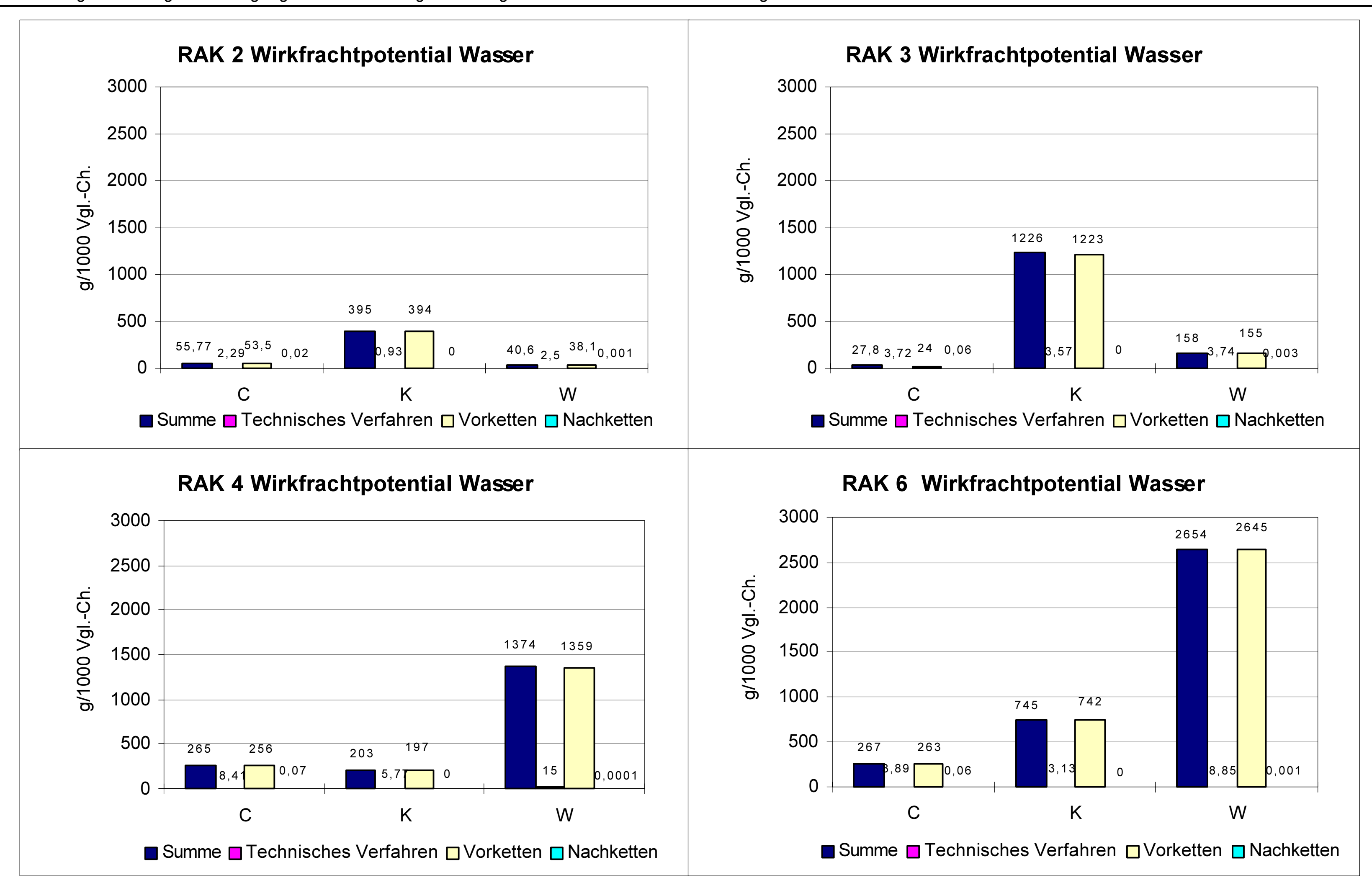


Abb. B-60: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung im anlagenspezifischen Verfahrensvergleich: Wirkbilanzparameter Wirkfrachtpot. Wasser

B.3.2 Ergebnisse für den Teilbilanzraum Technisches Verfahren

Wie in Kapitel A.1.3.2 beschrieben werden im Teilbilanzraum Technisches Verfahren zusätzlich zu den für den Gesamtbilanzraum ausgewiesenen Wirkungsparametern das Potential zur Bildung von Photooxidantien (POCP) als regional wirkende Umweltkategorie sowie weitere Kategorien zur Beschreibung der Wirkungen am Arbeitsplatz angegeben.

B.3.2.1 Nichtarbeitsplatzbezogene Wirkungen: POCP

In Abb. B-61 sind die Ergebnisse für die Wirkungskategorie POCP (Potential zur Bildung troposphärischen Ozons), beschränkt auf die an den Reinigungsanlagen auftretenden Emissionen dargestellt. An den wäßrigen Anlagen wurde nicht untersucht, inwieweit VOC-Emissionen aus dem Reiniger bzw. den Verunreinigungen mit der über Dach abgegebenen Abluft aus der Absaugung auftreten. Anhand der im Anhang B.9.2 beschriebenen Modellversuche im Labor sind allerdings eher geringe Emissionen zu erwarten.

Dargestellt sind die anlagenspezifischen Werte in kg Ethen-Äquivalenten pro 1.000 Vergleichschargen.

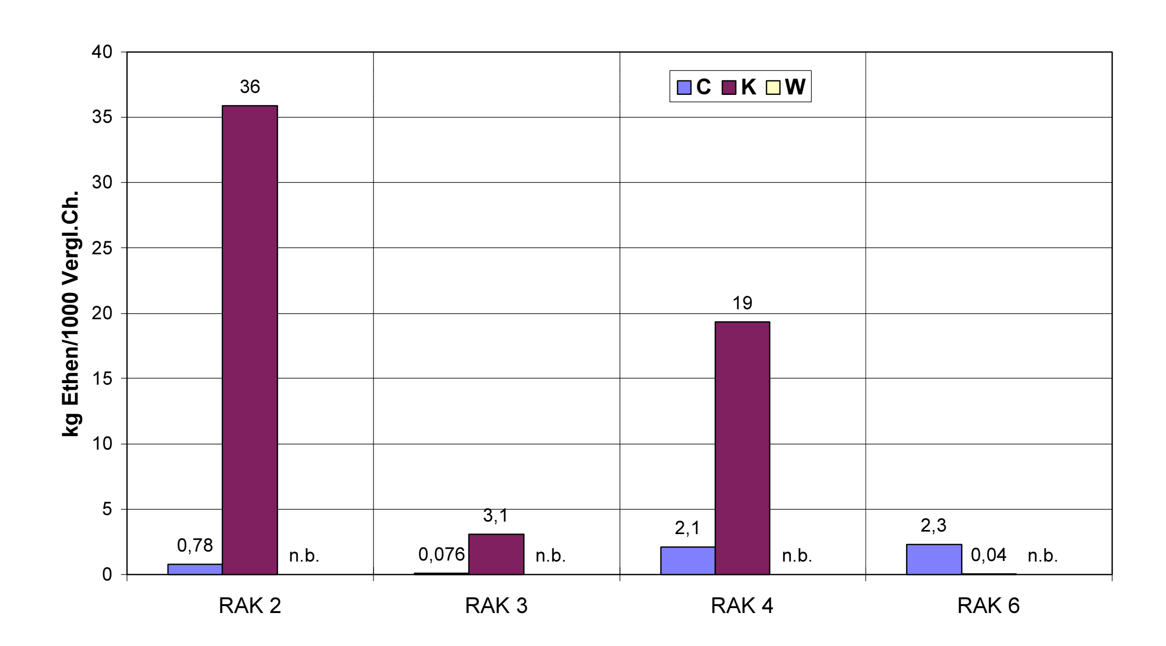


Abb. B-61: POCP, beschränkt auf die an den Anlagen auftretenden Emissionen, anlagenspezifische Daten

B.3.2.2 Arbeitsplatzbezogene Wirkungen

Die Ergebnisse für die arbeitsplatzbezogenen Wirkungen für die einzelnen Reinigungsaufgabenkategorien sind in den Tab. B-32 - Tab. B-35 zusammengefaßt. Es wurden jeweils die an der Anlage erhobenen Daten (Originaldaten) zu Grunde gelegt.

	C2	K2	W2
Abwärme in die Arbeitsumgebung	eher unangenehm	nicht spürbar	nicht spürbar
Geruchsbelastung am Arbeitsplatz	kein merkbarer bis leichter*	kein merkbarer	kein merkbarer
Lärmbelastung am Arbeitsplatz: arbeitsplatzbezogener Emissionswert L_{pAeq} [dB(A)]	76 dB(A)	75 dB(A)	73 dB(A)
Belastung am Arbeitsplatz durch toxische Stoffe:			
$Belastungszahl_{Arbeitsplatz}$ [-]	0,16	0,033	-
$Kritisches\ Volumen_{Arbeitsplatz}$ [m^3/Vergleichscharge]	65	6,7	-

*bei geschlossener Anlage nicht merkbar; in Schleusennähe und bei Filterwechsel typischer Geruch

Tab. B-32: Arbeitsplatzbezogene Wirkungen bei Reinigungsaufgabenkategorie 2

	C3	K3	W3
Abwärme in die Arbeitsumgebung	eher unangenehm	eher unangenehm	nicht spürbar bis eher unangenehm
Geruchsbelastung am Arbeitsplatz	kein merkbarer bis leichter	leichter bis unangenehmer	leichter
Lärmbelastung am Arbeitsplatz: arbeitsplatzbezogener Emissionswert L_{pAeq} [dB(A)]	77 dB(A)#	77 dB(A)#	76 dB(A) (83 dB(A))+
Belastung am Arbeitsplatz durch toxische Stoffe:			
$Belastungszahl_{Arbeitsplatz}$ [-]	0,10	0,0055	-
$Kritisches\ Volumen_{Arbeitsplatz}$ [m^3/Vergleichscharge]	6,3	0,13	-

Hauptschallquelle Vakuumpumpe; + während Ultraschall

Tab. B-33: Arbeitsplatzbezogene Wirkungen bei Reinigungsaufgabenkategorie 3

	C4	K4	W4
Abwärme in die Arbeitsumgebung	nicht spürbar	nicht spürbar	nicht spürbar
Geruchsbelastung am Arbeitsplatz	kein merkbarer	leichter bis unangenehmer	kein merkbarer
Lärmbelastung am Arbeitsplatz: arbeitsplatzbezogener Emissionswert L_{pAeq} [dB(A)]	76 dB(A)	72 dB(A)	72 dB(A)
Belastung am Arbeitsplatz durch toxische Stoffe:			
$Belastungszahl_{Arbeitsplatz}$ [-]	0,051	0,033	-
$Kritisches\ Volumen_{Arbeitsplatz}$ [m^3/Vergleichscharge]	100	1,0	-

Tab. B-34: Arbeitsplatzbezogene Wirkungen bei Reinigungsaufgabenkategorie 4

	C6	K6	W6
Abwärme in die Arbeitsumgebung	nicht spürbar	eher unangenehm	nicht spürbar
Geruchsbelastung am Arbeitsplatz	leichter	kein merkbarer	kein merkbarer
Lärmbelastung am Arbeitsplatz: arbeitsplatzbezogener Emissionswert L_{pAeq} [dB(A)]	81 dB(A)	72 dB(A)	76 dB(A)
Belastung am Arbeitsplatz durch toxische Stoffe:			
$Belastungszahl_{Arbeitsplatz}$ [-]	0,13	0,014	-
$Kritisches\ Volumen_{Arbeitsplatz}$ [m^3/Vergleichscharge]	110	0,060	-

Tab. B-35: Arbeitsplatzbezogene Wirkungen bei Reinigungsaufgabenkategorie 6

Bei den an wäßrigen Anlagen durchgeführten Messungen der Umgebungsluft konnten nur wenige Einzelstoffe nachgewiesen und quantifiziert werden. Ihre Konzentrationen waren durchweg sehr gering. Insgesamt wurde deutlich, daß die über Dach geführte Absaugung der Anlagen dazu führt, daß die Belastung der Luft am Arbeitsplatz des Anlagenfahrers wesentlich durch die Zusammensetzung der angesaugten Hallenluft und damit von der umliegenden metallverarbeitenden Produktion bestimmt wird (s. Dokumentation in Anhang B.9.2).

B.4 Interpretation

Zunächst werden die unter Kapitel B.3.1. graphisch dargestellten Ergebnisse der Wirkungsabschätzung für die potentiellen global/regionalen Umweltauswirkungen aus dem Gesamtbilanzraum diskutiert.

Die Betrachtung der potentiellen regionalen und lokalen Wirkungen, die vom Technischen Verfahren selbst ausgehen, folgt unter B.4.2 .

B.4.1 Interpretation der Ergebnisse für den Gesamtbilanzraum

Die Ergebnisse werden entsprechend der Zielstellung des Projektes zunächst hinsichtlich der Optimierung/Schwachstellenanalyse ausgewertet. Anschließend erfolgt die Interpretation der für die Anlagen ermittelten Ergebnisse im Sinne eines Vergleiches.

B.4.1.1 Optimierung, Schwachstellenanalyse

B.4.1.1.1 Energie, nicht erneuerbar

NHKW-Anlagen:

Die z.T. hohen Gutschriften in den Nachketten resultieren aus der Verbrennung (energetische Verwertung) der öl- und lösemittelhaltigen Abfälle.

Für die Anlage K4 ergibt sich nur eine geringe Gutschrift, da der Eintrag an flüssigen Verunreinigungen pro Vergleichscharge relativ gering ist. Zudem wird in der betrieblichen Praxis das Lösemittel soweit wie möglich abdestilliert, so daß nur wenig Lösemittel in die Verwertung geht.

Der Einfluß der abgereinigten Öl-Schmutzmenge auf die Energiebilanz wird besonders an den Anlagen K3 und K6 als energetische Gutschrift deutlich.

An der Anlage K6 resultiert eine zusätzliche Gutschrift aus der energetischen Verwertung der zur Abluftreinigung verwendeten Aktivkohle. Insgesamt ergibt sich für K6 eine mehr als doppelt so große Gutschrift gegenüber dem Energiebetrag, der für den Einsatz an frischem Lösemittel resultiert, was den bilanzierten Gesamtenergieeinsatz deutlich verringert (Die Aufwendungen zur Herstellung der abgereinigten Öle sind nicht Gegenstand dieser Bilanz, s. Kapitel A.1.1.4.).

Die Anteile der Vorketten spiegeln die Menge des frisch eingesetzten Lösemittels wider. Wird mit dem Abfall viel Lösemittel extern verwertet, muß viel frisches Lösemittel zugeführt werden. Als Differenz verbleiben die energetischen Aufwendungen zur Herstellung und zum Transport der Frischware. Wird mehr Lösemittel vor der Entsorgung intern abdestilliert und wieder in den Reinigungsprozeß eingespeist, so wird weniger frisches Lösemittel benötigt.

Eine abschließende Diskussion der Vor- und Nachteile einer verstärkt internen oder externen Aufarbeitung der lösemittelhaltigen Abfälle ist hier nicht möglich. Bei der vorliegenden Auswertung ist als Verwertung ausschließlich die energetische Nutzung zu Grunde gelegt.

Bei der Anlage K2 ist auf folgende Besonderheit hinzuweisen: Zur Energiebereitstellung für die Beheizung der Vorratsbehälter und der Destillationsanlage wird anteilig Gas eingesetzt. Der Anteil ist rechnerisch berücksichtigt. Da der Einsatz von Gas im Vergleich zu dem ansonsten allgemein verwendeten elektrischen Strom ökologisch günstiger ist (höherer Wirkungsgrad, geringere Abfallmengen und Emissionen etc.), sind die Ergebnisse der Wirkungsabschätzung für die Anlage K2 in vielen Wirkungskategorien etwas günstiger, als es auf die Anlage selbst zurückzuführen wäre. Ein entsprechendes Szenario, das die Umweltwirkungen der Anlage bei ausschließlicher Nutzung von Netzstrom abbildet, wurde nicht gerechnet. Weil der Stromverbrauch einer Anlage auch auf andere Wirkungsparameter durchschlägt, ist der hier genannte Sachverhalt auch bei der Auswertung der anderen Wirkungskategorien zu berücksichtigen.

W-Anlagen:

Insgesamt haben die wäßrigen Anlagen tendenziell einen höheren Bedarf an Energie, der überwiegend aus dem Technischen Verfahren (Strombedarf der Anlage) resultiert.

Diese Aussage wird von Anlage W3 nicht erfüllt, bei der im Unterschied zu den anderen untersuchten wäßrigen Anlagen die Arbeitskammer als geschlossener Behälter konstruiert ist. Der Energiebedarf dieser wäßrigen Anlagenart ist wegen geringerer Wärme- und Verdunstungsverluste gegenüber offenen Bädern deutlich geringer.

Tab. B-36 charakterisiert die Badbehälter der wäßrigen Anlagen der untersuchten Reinigungsaufgabenkategorien und stellt sie dem gemessenen flüssigen Schmutz pro Vergleichscharge gegenüber.

	Behälter* (Anzahl/Größe)	Arbeits-temperatur	Ölschmutz pro Vergl.- charge
W2	3 Bäder 2,7 m³ und 1 Zwischenbehälter 3 m³	50°C	70 g
W3	2 Behälter 0,33 m³, 1 Behälter 0,1 m³ (jeweils geschlossen) und 1 Zwischenbehälter 0,03 m³	70 °C	92 g
W4	6 Bäder 0,75 m³	60 - 80°C	24 g
W6	5 Bäder 0,9 m³	60 - 80 °C	169 g

Tab. B-36: Die Anlagen W2, W3, W4 und W6: Badbehälter und Ölschmutz pro Vergleichscharge

*Bei der Datenerhebung wurde nur die Größe der Bäder erfaßt. Der Einfluß der Badoberfläche (Verdunstungsfläche) und der Isolierung der Wannen (Wärmeverluste) kann hier nicht diskutiert werden.

An den Anlagen W4 und W6 wird deutlich, daß der Energiebedarf mit der Anzahl der offenen Bäder und der Temperatur der Medien ansteigen kann. Mit zunehmender

Anzahl Bäder steigen die Wärmeverluste pro Vergleichscharge an, wenn es nicht gelingt, den maximal möglichen Durchsatz der Anlage entsprechend zu erhöhen (z.B. durch Einsatz eines zweiten Fahrwagens und entsprechender Anlagensteuerung). Beim Anlagenkonzept von W2 kann durch den hohen maximalen Durchsatz (35 Vergleichschargen pro Stunde) ein energieeffizienter Betrieb ermöglicht werden.

Der Einfluß der Menge des Ölaustrags (Entsorgung zur energetischen Verwertung) kann analog zu den NHKW-Anlagen an der energetischen Gutschrift für die Nachketten abgelesen werden.

Der Anteil des energetischen Aufwandes zur Herstellung der Reinigungschemikalien (Vorketten) ist allgemein sehr gering gegenüber dem Energiebedarf des Technischen Verfahrens.

CKW-Anlagen:

Für die CKW-Anlagen resultiert der Hauptenergiebedarf - ähnlich wie bei den wäßrigen Anlagen - aus dem Technischen Verfahren.

Eine Gutschrift in der Nachkette resultiert hier nur, wenn der Energiegewinn aus der Verbrennung des abgereinigten Öles den Energiebedarf zur Entsorgung im Abfall enthaltenen Lösungsmittels und des ggf. zu entsorgenden CKW-haltigen Kontaktwassers kompensiert (Summe der Aufwendungen minus Nutzeffekte).

B.4.1.1.2 Erneuerbare Energieträger

Der Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtenergiebedarf ist insgesamt gering (1,1 - 3,5 %). Er resultiert hauptsächlich aus dem Anteil der erneuerbaren Energien bei der Stromgewinnung (Wasserkraft u.ä.) und geht mit einem festen Anteil in alle stromverbrauchenden Prozesse ein. Für das Technische Verfahren ist dieser Anteil, mit Ausnahme der Anlage K2, die z.T. direkt mit einem Gaskessel beheizt wird, konstant.

Unterschiede ergeben sich in den Vorketten der einzelnen Verfahren, in denen die Aufwendungen zur Herstellung des Reinigungsmittels abgebildet werden. Auffallend verhalten sich hier vor allem die wäßrigen Anlagen. Sie zeigen z.T. deutlich erhöhte Anteile an erneuerbarer Energie. Diese resultieren aus der Verwendung von nativen Rohstoffen bei der Tensidherstellung. Die unterschiedlichen Anteile nativer und petrochemischer Ausgangsstoffe bedingen die verschieden hohen Beiträge zur erneuerbaren Energie in den Vorketten der wäßrigen Reiniger.

Eine weiterführende Diskussion über die ökologischen Vor- und Nachteile der Verwendung von nativen Rohstoffen ist im Rahmen dieses Projektes nicht möglich. Genauere Angaben finden sich in der Tensidstudie ([1] - [6]). Aus Anwendersicht sind die erzielbaren Effekte im Verhältnis zum Gesamtenergieaufwand bei der wäßrigen Reinigung nur klein. Aus dem Blickwinkel der Reinigerproduktion kann dies möglicherweise anders beurteilt werden.

B.4.1.1.3 Mineralien

Ein Verbrauch von Mineralien ergibt sich ausschließlich aus den Vorketten. Dabei handelt es sich um alle Rohstoffe, die nicht auf ihren Energiegehalt zurückgeführt werden können. Die Hauptbeiträge liefern für die CKW-Anlagen Steinsalz als Chlorquelle, für die NHKW-Anlagen die Verfüllung der Bohrlöcher bei der Erdölgewinnung mit Kalkstein (aus dem Teilbilanzraum Herstellung der Reinigungsmittel) und für die wäßrigen Verfahren z.B. Sand und Phosphaterze als Grundstoffe für die Builderherstellung. Die Unterschiede zwischen den Anlagen der verschiedenen Reinigungsaufgabenkategorien resultieren aus der Art und dem unterschiedlichen Verbrauch an Reinigungsmittel (für CKW = Emissionen).

B.4.1.1.4 Wasserentnahme

Bei der Kategorie Wasserentnahme resultiert der Hauptbeitrag aus dem Technischen Verfahren. Dabei handelt es sich vor allem um Kühlwasser, das bei der Stromerzeugung im Kraftwerk eingesetzt wird. Der Anteil des Kühlwasserverbrauchs bei der Stromerzeugung beläuft sich mit Ausnahme von Anlage K4 bei allen Anlagen auf 88 - 95 %. Der Anteil des Wasserverbrauches an der Anlage selbst ist auch bei wäßrigen Anlagen gering. Nur an der Anlage K4 ist der Anteil, der direkt an der Anlage verbraucht wird, mit 20 % auffallend hoch. Dies ist darauf zurückzuführen, daß K4 als einzige der untersuchten Anlagen Leitungswasser als Kühlwasser für die interne Destillationsanlage verwendet und dieses nicht im Kreislauf geführt wird.

Im wesentlichen wird durch die Kategorie Wasserentnahme der Verbrauch von elektrischem Strom durch die Anlagen abgebildet.

B.4.1.1.5 Siedlungsabfall

Die Siedlungsabfälle resultieren fast ausschließlich aus dem Technischen Verfahren und den Vorketten.

Im Technischen Verfahren werden die Abfälle aus der Stromerzeugung abgebildet (z.B. nicht radioaktive Abfälle in Kernkraftwerken, Abfälle bei der Urangewinnung). Hier spiegelt sich also der Stromverbrauch der Anlagen wider.

K2 schneidet im Vergleich besonders günstig ab, weil zur Energiebereitstellung an der Anlage anteilig Gas verwendet wird. An den Anlagen selbst entstehen keine Siedlungsabfälle.
In den Vorketten sind je nach Medium unterschiedliche Schlacken und Aschen aus der Reinigungsmittelherstellung erfaßt.

B.4.1.1.6 Sonderabfall

Die Beiträge des Sonderabfalls für **wäßrige-** und **NHKW-Anlagen** resultieren hauptsächlich aus der Reinigungsmittelherstellung und anteilig aus der Stromerzeugung.

Für die **CKW-Anlagen** C3, C4 und C6 ergeben sich um ein bis zwei Größenordnungen höhere Werte beim Sonderabfall als für alle anderen Anlagen. Sie resultieren in der Hauptsache aus mit Rest-CKW beladener Aktivkohle, die im Technischen Verfahren an den Anlagen anfällt. An diesen Anlagen muß die bei der Ab- bzw. Umluftreinigung eingesetzte Aktivkohle in regelmäßigen Abständen erneuert werden. Bei der Anlage C2 werden Kohlefasermatten eingesetzt, die eine deutlich längere Lebensdauer haben und im Normalfall nicht erneuert werden müssen. Aus den Vorketten der CKW-Anlagen ergeben sich z.T. leicht erhöhte Beiträge, die auf die Herstellung der halogenierten Lösemittel zurückzuführen sind.

Die Anteile des Sonderabfalls in den Vorketten spiegeln den Reinigerverbrauch (als Differenz von Einsatzmenge Frischware und Reinigermenge im Abfall zur Verwertung) wider, da das durch einen Entsorger extern zurückgewonnene Lösungsmittel als in die Anlage zurückgeführt behandelt wird (closed-loop). Nur die echten Verluste (= Emissionen) müssen durch frisch hergestelltes Produkt ersetzt werden.

Ein weiterer Beitrag zum Sonderabfall im Technischen Verfahren resultiert bei CKW-Anlagen aus Kontaktwasser. Es fällt bei allen Anlagen mit Tiefkühlkondensator an und wird über einen Wasserabscheider aus der Anlage ausgeschleust. Dieses Wasser kann neben Rest-CKW noch andere Substanzen aus Kühlschmierstoffen u.ä. enthalten und sollte daher getrennt entsorgt werden. In der betrieblichen Praxis wird die Entsorgung des Wassers aus dem Wasserabscheider sehr unterschiedlich gehandhabt. Neben der getrennten Entsorgung wird es z.T. zusammen mit dem Destillationsrückstand an den Entsorger/Verwerter zurückgeführt, mit anderen betrieblichen Lösemittelabfallen vermischt oder sogar als Abwasser entsorgt. Bei der Datenerhebung war es nicht immer möglich, diesen Stofffluß vollständig zu erfassen.

B.4.1.1.7 Versauerungspotential

Das Versauerungspotential der Anlagen C4 und C6 ist um über eine Größenordnung höher ausgewiesen als bei den übrigen Anlagen. Die stark erhöhten Beiträge entstehen im Teilbilanzraum Technisches Verfahren und sind auf die Emissionen von Trichlorethen (TRI) an der Anlage zurückzuführen. Die Höhe dieses Beitrages korreliert mit dem Lösungsmittelverlust der Anlagen. Die beiden anderen CKW-Anlagen verwenden Tetrachlorethylen (PER) als Reiningungsmedium. In dem durch das Fh - IVV der Berechnung zu Grunde gelegten Modell trägt TRI zum Versauerungspotential über HCl-Abspaltung bei (zu 100 %), PER dagegen nicht.

Bei den anderen Anlagen werden im Technischen Verfahren die NO_x- bzw. SO_2-Emissionen aus der Stromerzeugung abgebildet. Es findet sich also ein dem Bedarf an elektrischer Energie entsprechendes Muster wieder.

Im Teilbilanzraum Vorketten sind die Emissionen an Säurebildnern aus der Reinigerherstellung erfaßt. Hier spiegelt sich der Reinigerverbrauch wider (für CKW-Anlagen entspricht dies den Emissionen).

Im Teilbilanzraum Nachketten sind die Emissionen aus der energetischen Verwertung der Abfälle mit ihrem Beitrag zum Versauerungspotential enthalten. Dabei sind Gutschriften aus der Sekundärenergiegewinnung berücksichtigt.

B.4.1.1.8 Eutrophierungspotential

In dieser Wirkkategorie werden im wesentlichen die NO_x-Emissionen aus den Teilbilanzräumen abgebildet. Analog zur Wirkkategorie Versauerungspotential werden somit im Teilbilanzraum Technisches Verfahren der Stromverbrauch der Anlage und in der Vorkette die Menge des verbrauchten Lösungsmittels abgebildet. Durch die Nachketten resultieren keine Gutschriften, da die NO_x-Bildung bei der Energiebereitstellung in der gleichen Größenordnung liegt wie die Aufbereitung durch Verbrennung.

B.4.1.1.9 Global Warming Potential

Hier wird der CO_2-Ausstoß der verschiedenen Verbrennungsprozesse abgebildet. Die Hauptmengen resultieren aus der Stromerzeugung, so daß in den Graphiken hauptsächlich der Stromverbrauch der Prozesse abgebildet ist.

B.4.1.1.10 Radioaktiver Abfall

Er resultiert aus dem verwendeten Strommix BRD und spiegelt die im Netzstrom anteilig enthaltene Kernenergie wider. Abgebildet werden die radioaktiven Abfälle bei der Herstellung und Verwendung des Brennmaterials. Für den Teilbilanzraum Technisches Verfahren zeichnen die Abbildungen im wesentlichen die Verhältnisse der Wirkkategorie *Energie, nicht erneuerbar* nach. In den peripheren Teilbilanzräumen sind die Beiträge zum Radioaktiven Abfall sehr gering.

B.4.1.1.11 Wirkfrachtpotential Wasser

Wegen der Datengrundlage und Güte des zu Grunde liegenden Modells sind bei diesem Wirkparameter nur qualitative Aussagen möglich. Von einer vergleichenden Diskussion dieses Parameters wird abgesehen.

Die Beiträge kommen bei allen Anlagen fast ausschließlich aus den Vorketten, d.h. aus der Reinigerherstellung. Sie sind daher proportional zum Reinigerverbrauch, was bei CKW-Anlagen den Emissionen an der Anlage entspricht.

Die auffallend hohen Beiträge für W4 und W6 resultieren aus der Herstellung der in diesen Anlagen eingesetzten Phosphatbuilder. Sie sind zu einem großen Teil auf Fluorid-Emissionen bei der Phosphat-Gewinnung aus fluoridhaltigen Rohstoffen (Apatite) zurückzuführen.

Im Technischen Verfahren wird der Stromverbrauch der Anlagen, also die bei der Stromerzeugung entstehenden Emissionen ins Wasser abgebildet.

B.4.1.1.12 Wirkfrachtpotential Atmosphäre

Bei den Lösemittelanlagen wird dieser Parameter durch die Emissionen an den Anlagen dominiert, zusätzlich spielen im Technischen Verfahren auch Emissionen aus der Stromgewinnung eine Rolle. Für die wäßrigen Anlagen wurden keine Emissionen an der Anlage ermittelt. Bei dem zu Grunde gelegten Modell zur Charakterisierung der Ökotoxizität werden die verwendeten CKW- und NHKW-Lösemittel in derselben Kategorie (gleicher Wichtungsfaktor für die Toxizität) eingestuft.

Für die Lösemittelanlagen bilden sich in dieser Kategorie also im wesentlichen die Emissionen an der Anlage ab. Diese werden stark von der Anlagentechnik (z.B. Einsatz einer Vakuumtrocknung) sowie von der Betriebsführung (bspw. K3) beeinflußt.

Als technische Besonderheit ist auf den Einsatz eines nachgeschalteten Aktivkohlefilters bei der Anlage K6 hinzuweisen. Durch den Einsatz dieses Filters konnte das Wirkfrachtpotential Atmosphäre im Vergleich zu dem von CKW-Anlagen deutlich gesenkt werden.

Die im Vergleich zu den anderen CKW-Anlagen geringen Emissionen bei C3 sind wahrscheinlich auf den Einsatz einer Vakuumtrocknung zurückzuführen. Daß dieser Effekt bei der Anlage C4, die im Gegensatz zu C2 und C6 ebenfalls über eine Vakuumtrocknung verfügt, nicht zu beobachten ist, kann vermutlich auf Besonderheiten in der Betriebsführung von C4 zurückgeführt werden.

B.4.1.1.13 ODP

Wegen der nicht ausreichenden Datenlage wird dieser Wirkparameter nicht ausgewiesen.

B.4.1.2 Ökologischer Vergleich der alternativen Verfahren

Mit Hilfe der Simulationsrechnung kann für den Anlagenvergleich jeweils der Einfluß der Auslastung und der unterschiedlichen Aufwendungen für die Entsorgung/ Verwertung des abgereinigten Schmutzes grundsätzlich rechnerisch eliminiert werden. Für die Berücksichtigung der unterschiedlichen Dimensionierung der Anlagen wird ein linearer Zusammenhang der Input-/Outputgrößen mit dem maximalen Vergleichschargendurchsatz unterstellt. Bei größeren Unterschieden in der Anlagendimensionierung wächst der Fehler aus dieser Annahme an.

Bei der Simulation können nicht alle Aspekte der Reinigungsaufgabe explizit erfaßt werden. So basiert die Annahme, daß die Referenzreinigungsaufgabe von den Alternativanlagen bezüglich der Reinigungsqualität technisch erfüllbar ist, auf einer Expertenabschätzung. Da in allen Fällen die einfachste Reinigungsaufgabe als Referenz

herangezogen wurde, berücksichtigt der gewählte Ansatz insbesondere nicht, ob die Referenzaufgabe durch die Alternativanlagen auch mit geringerem Aufwand (z.B. Destillationsleistung) erfüllt werden könnte. Die Input-/Outputflüsse und somit die Umweltauswirkungen der Alternativanlagen werden daher eher überzeichnet.

B.4.1.2.1 Besonderheiten der untersuchten Reinigungsaufgabenkategorien

Für die einzelnen Reinigungsaufgabenkategorien sind folgende Besonderheiten zu beachten:

Reinigungsaufgabenkategorie 2:

Die Anlagen K2 und W2 stehen im gleichen Betrieb. Sie wurden für die gleiche Reinigungsaufgabe ausgelegt und waren im Erhebungszeitraum parallel bzw. alternierend im Einsatz. Die CKW-Anlage reinigt ein nahezu identisches Teilespektrum, ist allerdings für einen kleineren Durchsatz ausgelegt (der maximale Vergleichschargen-Durchsatz ist um 40 % kleiner). Der durchschnittliche Schmutzeintrag pro Vergleichscharge ist bei Anlage C2 höher. Die Reinheitsanforderungen der drei Anlagen sind gleich.

Durch die Simulationsrechnung wird der Einfluß unterschiedlicher Auslastungen eliminiert und der gleiche Schmutzeintrag pro Vergleichscharge zu Grunde gelegt. Es wird davon ausgegangen, daß der Einfluß durch die unterschiedliche Dimensionierung der Anlagen vernachlässigbar ist. Es kann davon ausgegangen werden, daß die drei Anlagen auf die gewählte Referenzreinigungsaufgabe ähnlich gut abgestimmt sind.

Reinigungsaufgabenkategorie 3:

Das Teilespektrum der drei Anlagen ist recht unterschiedlich, allerdings liegen jeweils ähnliche Problemteile vor, auf die die Reinigungsqualität der Anlagen ausgelegt ist. Bedingt durch dünne Bohrungen und die Art der Positionierung einzelner Teile sind die Anforderungen an die Teiletrocknung relativ hoch. Es liegt jeweils ein hoher Anteil an einzeln positionierten Teilen vor.

Die Anlagen können beim jeweils gewählten Reinigungsprogramm maximal 8,9 (W3) bis 13 (K3) Vergleichschargen pro Stunde reinigen, allerdings wird die Anlage K3 real nur zu 30 % ausgelastet. Der durchschnittliche Schmutzeintrag pro Vergleichscharge ist bei Anlage C3 eine Größenordnung geringer als bei K3 und W3, hingegen sind die Reinheitsanforderungen bei C3 deutlich höher.

Bei der Simulationsrechnung kann der Einfluß der Auslastung eliminiert und jeweils der gleiche Schmutzeintrag pro Vergleichscharge vorgegeben werden. Es kann davon ausgegangen werden, daß die Anlage C3 auch bei dem stark erhöhten Schmutzeintrag der Reinigungsaufgabe W3 die dort geforderte Reinigungsqualität erreicht.

Während die Anlage W3 bezüglich des Schmutzeintrages an ihrer Leistungsgrenze arbeitet, ist zu erwarten, daß die beiden Lösemittelanlagen noch Reserven aufweisen und auch höheren Reinheitsanforderungen genügen könnten.

Reinigungsaufgabenkategorie 4:

Das Teilespektrum ist bei allen Anlagen recht ähnlich. Die durchschnittliche Verschmutzung der Teile ist nahezu identisch. Die Anlagen zeigen aber bzgl. der Reinheitsanforderungen und des Durchsatzes nicht zu vernachlässigende Unterschiede. Die Anlage K4 ist im Vergleich zu den beiden anderen Anlagen deutlich kleiner (Faktor 0,5) dimensioniert und kann die hohen Reinheitsanforderungen der beiden Alternativen nicht ganz erreichen. K4 wurde als Referenzanlage gewählt, da die beiden anderen Anlagen diese Aufgabe im Sinne einer Mindestanforderung sicher erfüllen können. Sie haben aber bezüglich der Reinigungsqualität deutliche Reserven.

Reinigungsaufgabenkategorie 6:

Das Teilespektrum der drei Anlagen ist recht ähnlich. Der durchschnittliche Schmutzeintrag pro Vergleichscharge zeigt deutliche Unterschiede (33 bis 169 g/ Vergleichscharge). Die Anlagen werden aktuell stark unterschiedlich genutzt (17.600 bzw. 54.000 und 57.000 Vergleichschargen pro Jahr), aber sie sind für ähnliche Aufgaben ausgelegt (9,6 bis 15,6 / Vergleichscharge/h).

Mit Hilfe der Simulation kann der Einfluß der unterschiedlichen Auslastung und verschiedener Schmutzeinträge pro Vergleichscharge ausgeglichen werden. Die drei Anlagen sind auf die Referenzreinigungsaufgabe ähnlich gut abgestimmt.

B.4.1.2.2 Interpretation für die einzelnen Reinigungsaufgabenkategorien

Ein sinnvoller Verfahrensvergleich kann jeweils nur für die einzelnen Reinigungsaufgabenkategorien erfolgen. In den Darstellungen Abb. B-62 bis Abb. B-65 sind für jede Reinigungsaufgabenkategorie die Ergebnisse der Wirkungsabschätzung des Gesamtbilanzraumes für die regionalen/globalen Wirkungskategorien im anlagenspezifischen Vergleich zusammengefaßt. Die Parameter Wirkfrachtpotential Atmosphäre und -Wasser werden aufgrund methodischer Unsicherheiten nicht für den Anlagenvergleich herangezogen (s. Kapitel A.1.3.1).

Für jede Wirkungskategorie wurde der höchste Wert der C-, K- oder W-Anlage zu 100 % gesetzt und die Ergebnisse der anderen Anlagen relativ dazu abgebildet. Die Anteile zeigen die relativen Veränderungen an, wie sie bei einem Technologiewechsel unter den gegebenen Randbedingungen zu erwarten wären.

Eine allgemeingültige Aussage darüber, welches Verfahren generell ökologisch am vorteilhaftesten ist, ist nicht möglich. Allerdings zeigen sich verfahrenstypische Muster in einzelnen Wirkkategorien. Je nach Anwendungsfall können sich Vor- oder Nachteile für ein bestimmtes Verfahren ergeben.



Abb. B-62: Anlagenspezifischer Vergleich in der Reinigungsaufgabenkategorie 2

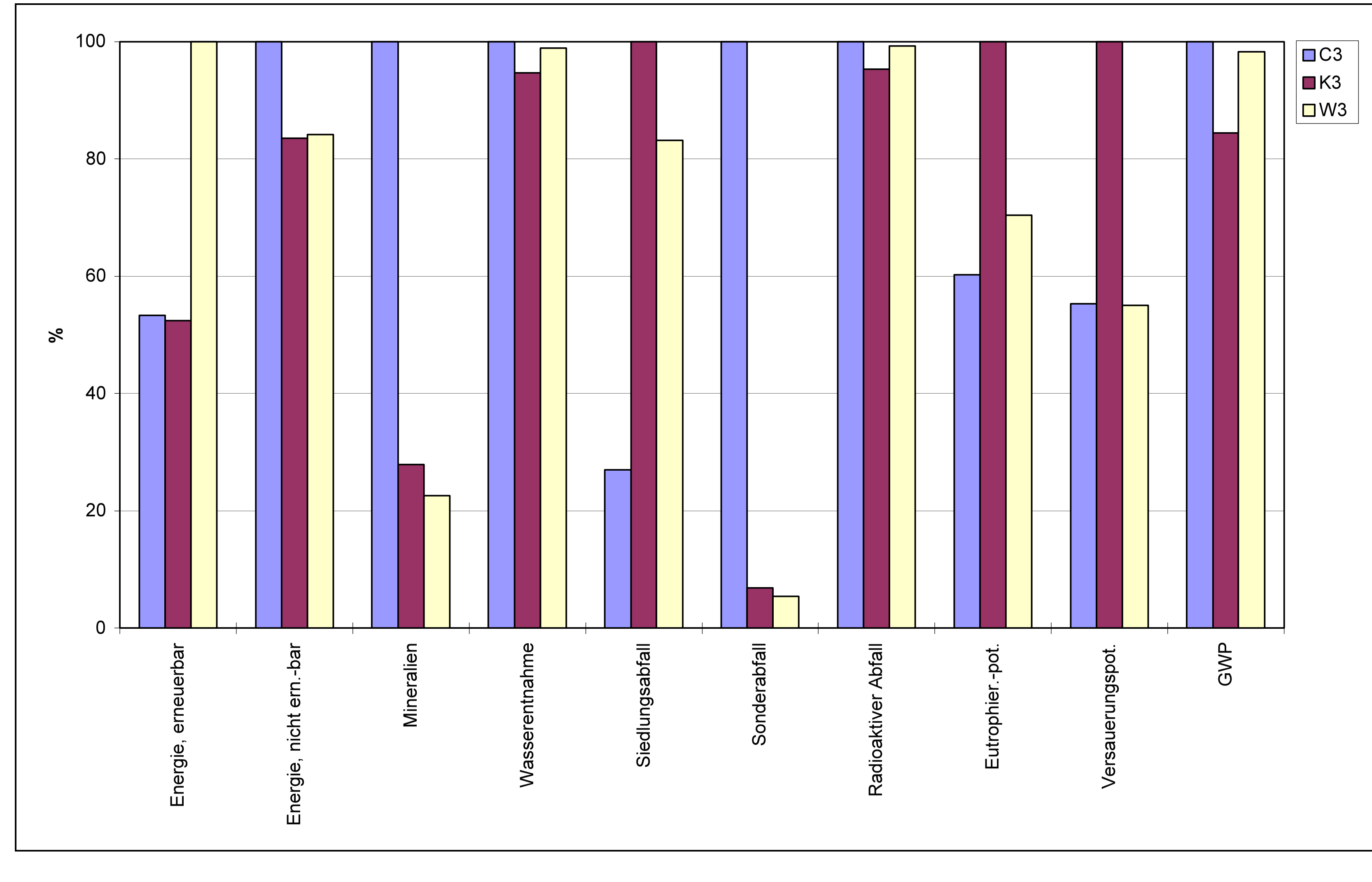


Abb. B-63: Anlagenspezifischer Vergleich in der Reinigungsaufgabenkategorie 3

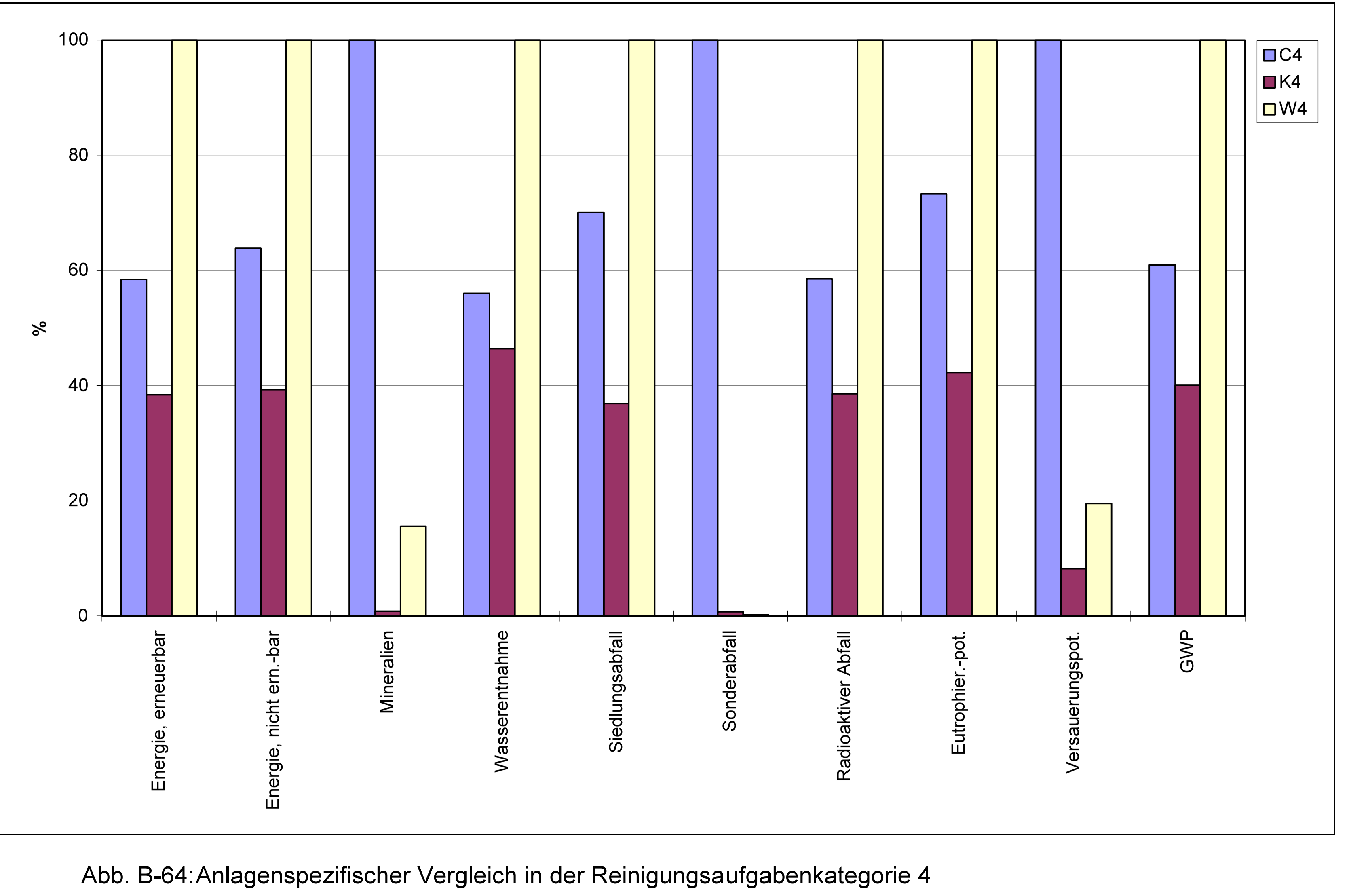


Abb. B-64: Anlagenspezifischer Vergleich in der Reinigungsaufgabenkategorie 4

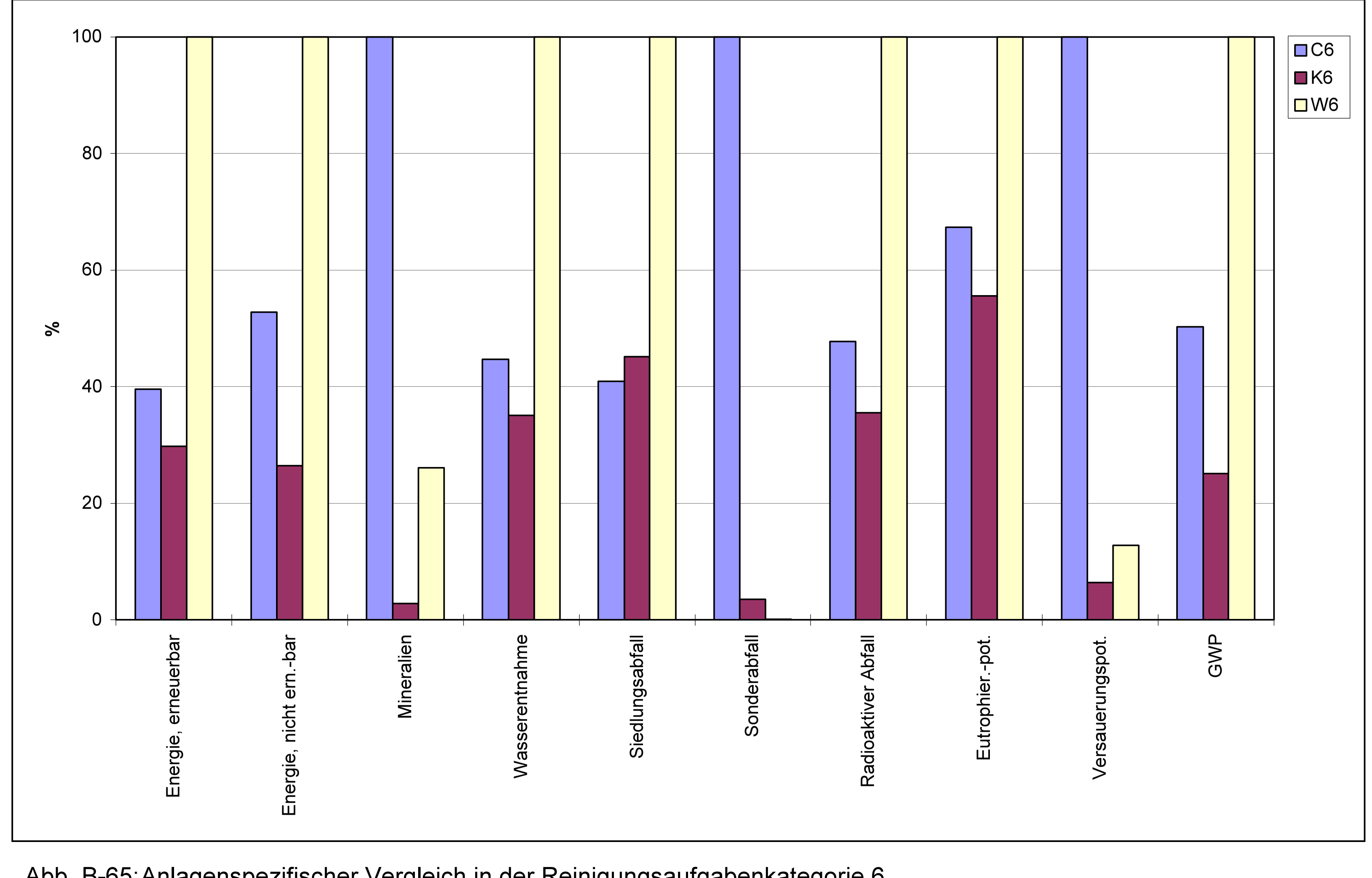


Abb. B-65: Anlagenspezifischer Vergleich in der Reinigungsaufgabenkategorie 6

Im Falle der in Abb. B-62 gezeigten Reinigungsaufgabenkategorie 2 wäre bei einer Umstellung von der wäßrigen Referenzanlage auf die alternative CKW-Anlage eine Einsparung in der Wirkungskategorie Energie, erneuerbar zu erzielen, der Mineralienverbrauch würde leicht- und der Sonderabfall stark ansteigen. Bei den anderen Wirkungskategorien wären keine signifikanten Veränderungen zu erwarten.

Dagegen würde ein Umstieg auf die NHKW-Anlage deutliche Einsparungen in vielen Wirkungskategorien mit Ausnahme des Sonder- und Siedlungsabfalls erwarten lassen. Bei der Anlage K2 ist allerdings zu beachten, daß ein Teil der ökologischen Vorteile auf die direkte Wärmebereitstellung durch einen Gaskessel zurückzuführen ist, während die anderen Anlagen ausschließlich elektrisch beheizt werden.

Die Ergebnisse der in Abb. B-63 dargestellten Wirkungskategorien lassen für die untersuchten Anlagen der Reinigungsaufgabenkategorie 3 keine eindeutig vorteilhafte Anlage erkennen. Während die als Referenz gewählte wäßrige Anlage gegenüber den Alternativanlagen einen signifikant höheren Beitrag zur Wirkungskategorie 'Energie, erneuerbar' aufweist, ergibt sich für die CKW-Anlage ein vielfacher Beitrag beim Mineralienverbrauch sowie beim Sonderabfall und für die NHKW-Anlage signifikant höhere Beiträge beim Eutrophierungs- und Versauerungspotential.

Für die in Abb. B-64 dargestellte Reinigungsaufgabenkategorie 4 zeigen sich deutliche Vorteile über fast alle Wirkungskategorien für die untersuchte Kohlenwasserstoff-Anlage. Die wäßrige Anlage zeigt in der Mehrzahl der untersuchten Wirkungsparameter die höchsten Beiträge. Dabei sind allerdings die unterschiedlichen Optimierungszustände der Anlagen für die zu Grunde gelegte Reinigungsaufgabe zu berücksichtigen. Als Referenzanlage wurde die Anlage K4 gewählt. Die Anlagen W4 und C4 sind für höhere Durchsätze und Reinheitsanforderungen ausgelegt, während K4 am Rande ihrer Möglichkeiten abgebildet wird. Die Werte für W4 und C4 werden daher generell eher überzeichnet.

Für die in Abb. B-65 dargestellte Reinigungsaufgabenkategorie 6 ergibt sich ein ähnliches Ergebnis wie bei Reinigungsaufgabenkategorie 4. Abgesehen vom Parameter Sonderabfall ergeben sich für die NHKW-Anlage in allen Wirkungskategorien Vorteile. C6 hat in den Kategorien Mineralien, Sonderabfall und Versauerungspotential die höchsten Beiträge, bei den übrigen Kategorien schneidet die W6 am schlechtesten ab.

Die Abbildungen Abb. B-66 bis Abb. B-68 ermöglichen einige ergänzende Aussagen. Dargestellt sind für die 3 Verfahrensalternativen (CKW, NHKW und W) die Teilbilanzräume Vorkette, Nachkette und Technisches Verfahren, die jeweils das ungewichtete Mittel der prozentualen Aufteilung der Teilbilanzräume für die Einzelanlagen (2, 3, 4 und 6) abbilden.

Die Darstellung dieser ungewichteten Mittelwerte kann nicht zur Ableitung verallgemeinernder Aussagen dienen, weil die Anzahl der ausgewerteten Anlagen klein ist und keine repräsentative Auswahl zugrunde liegt. Die Breite der Streuung der zur Mittelung verwendeten Werte ist durch die maximale obere und untere Abweichung der Einzelwerte vom Mittelwert veranschaulicht. Dennoch sind einige Aussagen möglich:

1. Die überwiegende Zahl der ausgewerteten Umweltwirkungen entstehen im Teilbilanzraum Technisches Verfahren in den mit der Energiebereitstellung

gekoppelten Prozessen, wobei im Detail Unterschiede für die Verfahrenstypen sichtbar werden (Tab. B-37). Die Beiträge der Nachketten sind für NHKW- und W-Anlagen überwiegend mit Gutschriften verbunden. Für die CKW-Anlagen gehen die Nachketten überwiegend umweltbelastend ein.

2. Die Größe der Schwankungsbreite kann als Indikator für die Unsicherheiten im Verfahrensvergleich dienen:
   Bei kleiner Schwankungsbreite können die ermittelten Umweltwirkungen als verfahrenstypisch angesehen werden.
   Bei großer Schwankungsbreite werden die ermittelten Umweltwirkungen stark durch die konkrete Anlage bestimmt. Dabei bilden sich die konkrete technische Auslegung der Anlage und die Betriebsweise ab.

	CKW	**NHKW**	**W**
Umweltwirkungen, die durch die Vorketten bestimmt werden	Mineralien Wirkfrachtpotential/ Wasser	Mineralien Wirkfrachtpotential/ Wasser Sonderabfall	Mineralien Wirkfrachtpotential/ Wasser
Umweltwirkungen, die durch das Technische Verfahren bestimmt werden	Energie, erneuerbar Energie, nicht erneuerb. Wasserentnahme Sonderabfall Radioaktiver Abfall Eutrophierungs-potential Versauerungs-potential GWP Wirkfrachtpotential/ Atmosphäre	Energie, erneuerbar Energie, nicht erneuerb. Wasserentnahme Radioaktiver Abfall GWP	Energie, erneuerbar Energie, nicht erneuerb. Wasserentnahme Radioaktiver Abfall Eutrophierungs-potential Versauerungs-potential GWP Wirkfrachtpotential/ Atmosphäre
Umweltwirkungen, die nicht überwiegend durch einen Teilbilanzraum bestimmt werden	Siedlungsabfall	Siedlungsabfall Eutrophierungs-potential Versauerungs-potential	Siedlungsabfall Sonderabfall

Tab. B-37: Beiträge der Teilbilanzräume im Verfahrensvergleich

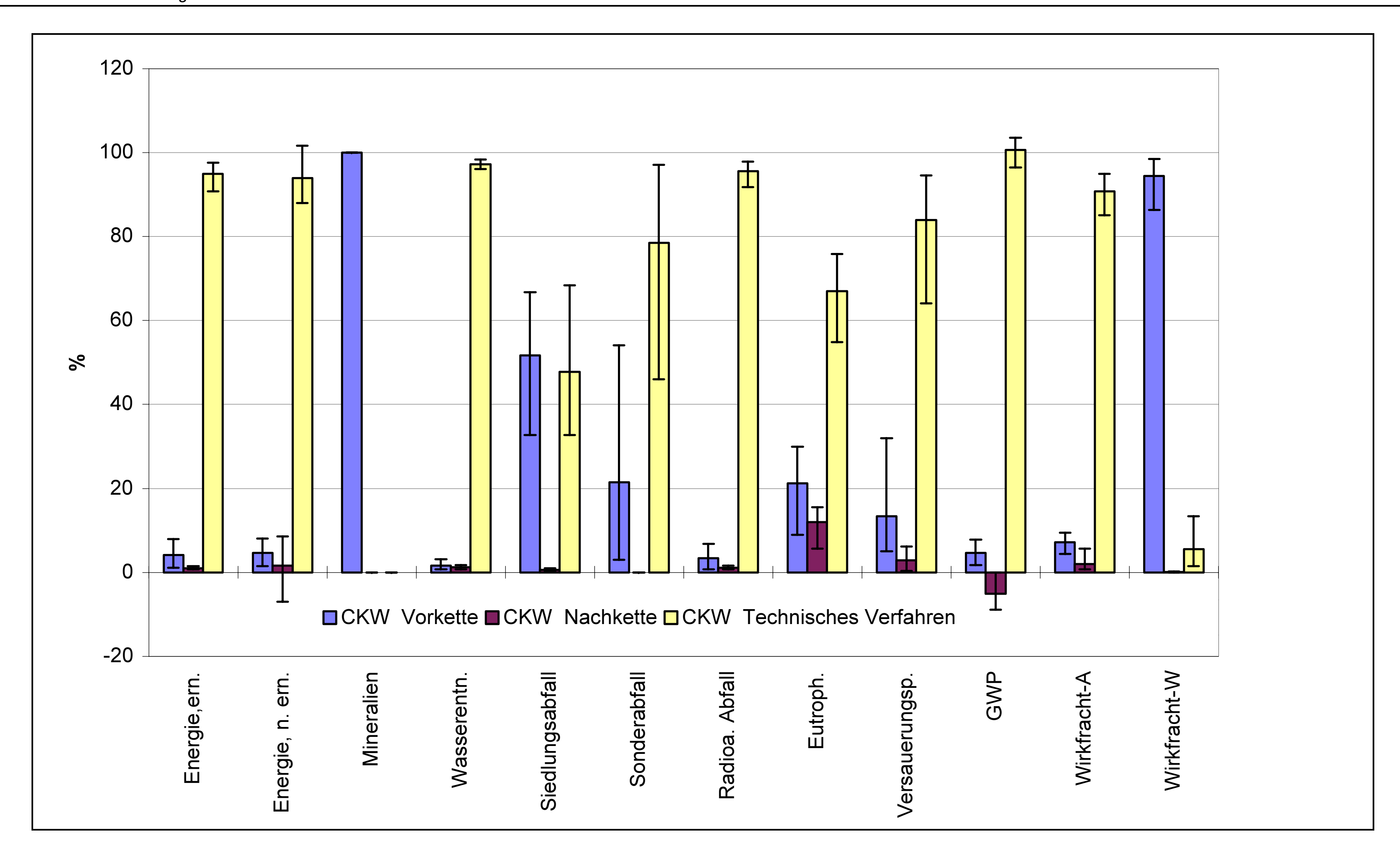


Abb. B-66: Teilbilanzräume der CKW-Anlagen, Mittelwerte der Anlagen C2, C3, C4 und C6

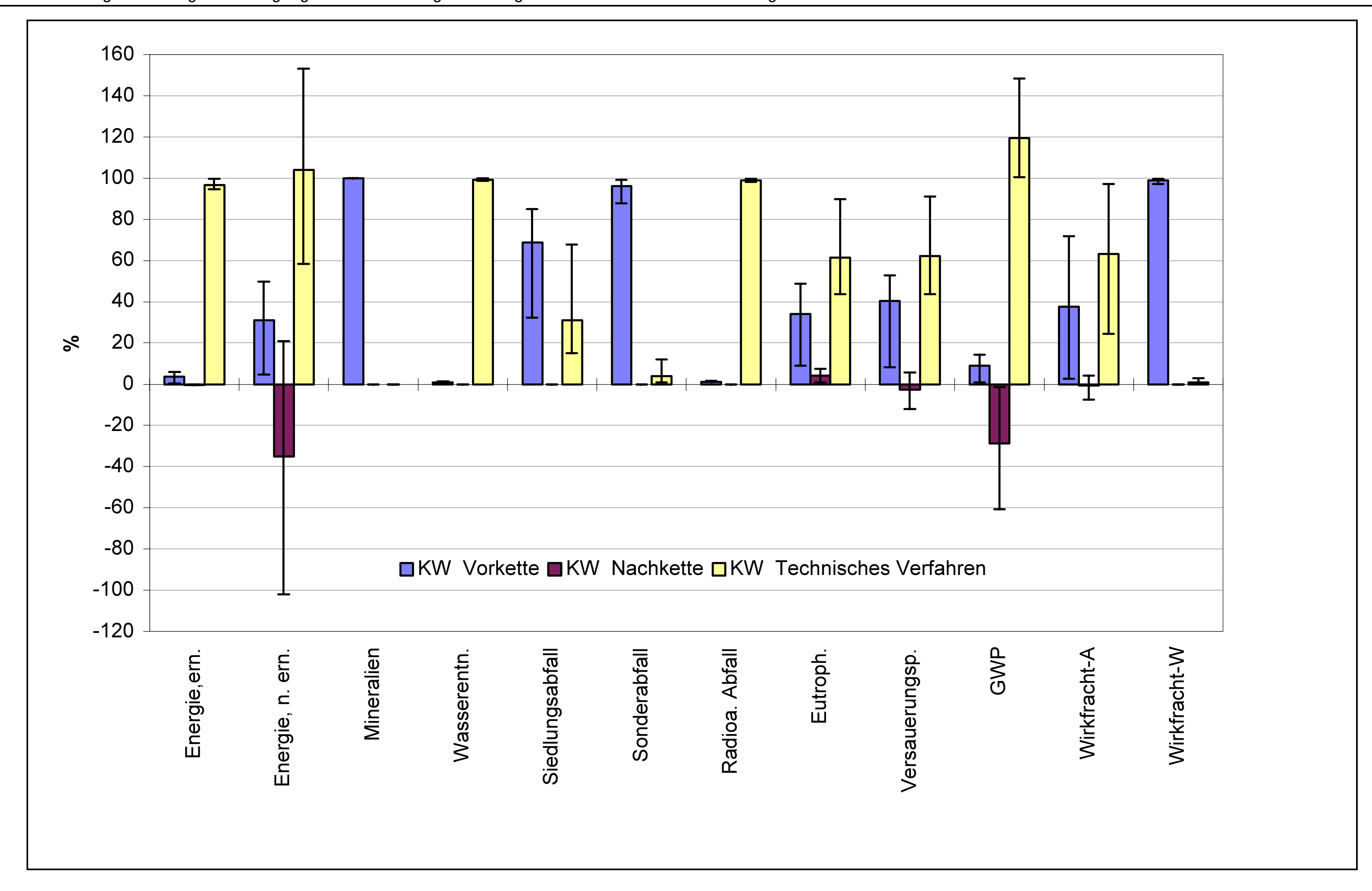


Abb. B-67: Teilbilanzräume der NHKW-Anlagen, Mittelwerte der Anlagen K2, K3, K4 und K6

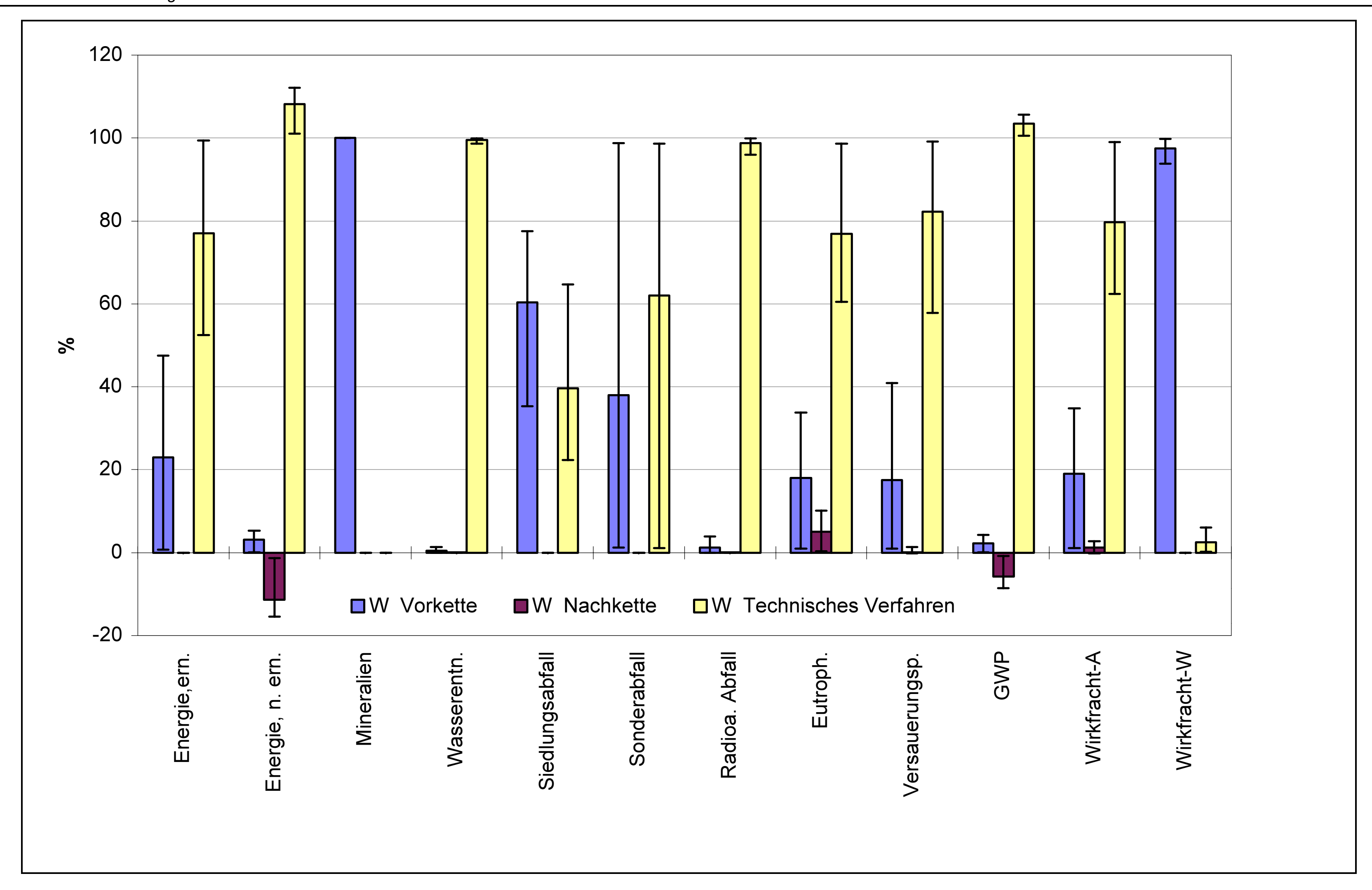


Abb. B-68:Teilbilanzräume der W-Anlagen, Mittelwerte der Anlagen W2, W3, W4 und W6

B.4.2 Interpretation der Ergebnisse für den Teilbilanzraum Technisches Verfahren

B.4.2.1 Nichtarbeitsplatzbezogene Wirkungen: POCP

Der Wirkungsparameter POCP wird ausschließlich für die von den Reinigungsanlagen ausgehenden Emissionen ausgewiesen. Für W-Anlagen wurden keine Emissionsdaten erhoben. Die Ergebnisse für die anlagenspezifischen Daten sind in Abb. B-61 dargestellt.

Es zeigen sich deutliche Unterschiede sowohl zwischen den beiden Lösemittel-Verfahren als auch innerhalb der Verfahren. Mit Ausnahme der Reinigungsaufgaben-kategorie 6 liegen die POCP-Werte der NHKW-Anlagen deutlich über denen der CKW-Anlagen. Zwar sind die zu Grunde liegenden Emissionsdaten (in kg/Vergleichscharge) innerhalb einer Reinigungsaufgabenkategorie ähnlich, aber die spezifischen Beiträge der Reinigungsmedien zum POCP sind stark unterschiedlich, so daß bei den NHKW-Anlagen ein deutlich höheres Potential zur photochemischen Ozonbildung ausgewiesen wird. Als Äquivalenzfaktoren für PER bzw. TRI werden 3,5 bzw. 7,5 kg Ethen/kg und für die NHKW-Reiniger 62 kg Ethen/kg herangezogen [31]. Bei der Anlage K6 treten aufgrund technischer Emissionsminderungsmaßnahmen (die Abluft aus den Vakuumpumpen der Anlage wird über einen zusätzlichen Aktivkohlefilter geleitet) deutlich geringere VOC-Emissionen auf. Dieser zusätzliche Filter, der bei den anderen Anlagen nicht eingebaut ist, kann das POCP an der Anlage nahezu unterbinden. Für den Betrieb des Aktivkohlefilters ist keine zusätzliche Energie notwendig, die energetischen Aufwendungen zur Herstellung werden mit der thermischen Verwertung der Aktivkohle und des adsorbierten Lösemittels kompensiert. Aus ökologischer Sicht kann daher der Einsatz dieses Systems empfohlen werden.

Die unterschiedlichen spezifischen Emissionen und POCP-Werte der einzelnen Anlagen des gleichen Reinigungsverfahrens sind auf Spezifika in der Technik und in der Betriebsweise der Anlagen zurückzuführen. Die stark erhöhten Werte bei Anlage K2 entstehen einerseits durch hohe NHKW-Reiniger-Emissionen, die in Zusammenhang mit dem automatischen Späneaustrag auftreten und andererseits durch einen nicht optimal konzipierten Tiefkühlkondensator zur Abluftreinigung. Die ebenfalls sehr hohen Werte bei Anlage K4 sind vermutlich ebenfalls auf einen nicht optimal betriebenen Tiefkühlkondensator zurückzuführen. Insbesondere bei der Heißlufttrocknung, die bei ca. 10 % der Chargen zusätzlich eingesetzt wird, treten sichtbare Verluste auf.

Der sehr geringe POCP-Wert bei Anlage C3 ist auf den Einsatz einer Vakuumtrocknung und einer optimalen Betriebsführung der Anlage zurückzuführen.

B.4.2.2 Arbeitsplatzbezogene Wirkungen

Die Ergebnisse der Quantifizierung der arbeitsplatzbezogenen Wirkungen sind in den Tabellen Tab. B-32 bis Tab. B-35 dargestellt. Da eine Umrechnung der an der Anlage erhobenen Daten auf anlagenspezifische Werte im Rahmen der Simulation nur für Emissionsfrachten (Kritisches Volumen) möglich wäre, werden jeweils die Originaldaten verwendet.

B.4.2.2.1 Abwärme

Die Einschätzung der *Abwärmebelastung* am Arbeitsplatz ist stark von den jeweiligen Gegebenheiten (Größe des Raumes, Belüftung etc.) abhängig. Ein Trend für eine stärkere Belastung bei einem Verfahrenstyp ist nicht erkennbar. Bei allen Anlagen wird die Abwärmebelastung als ‘nicht spürbar’ oder ‘eher unangenehm’ eingestuft. Die Beeinträchtigung am Arbeitsplatz durch die Abwärmebelastung stellt bei allen untersuchten Anlagen kein großes Problem dar.

B.4.2.2.2 Geruch

Die *Geruchsbelastung* am Arbeitsplatz wird bei allen Anlagen im Bereich ‘nicht merkbar’ und ‘leichter bis unangenehmer’ Geruch eingestuft, starke Geruchsbelastungen treten nicht auf. Bei den drei wäßrigen Anlagen mit einer starken Absaugung der Umgebungsluft wird die Geruchsbelastung mit ‘kein merkbarer Geruch’ eingestuft. Bei der geschlossenen Anlage W3, die über keine kontinuierliche Absaugung verfügt und in einem relativ kleinen Raum aufgestellt ist, wird die Geruchsbelastung als ‘leicht’ ausgewiesen. Bei den Lösemittel-Anlagen wird der Geruch als nicht merkbar bzw. leicht eingestuft. Dabei spielen neben dem technischen Zustand der Anlage wiederum die lokalen Gegebenheiten eine große Rolle.

B.4.2.2.3 Lärm

Die *Lärmbelastung am Arbeitsplatz* wurde als arbeitsplatzbezogener Emissionswert L_{pAeq} erfaßt. Die Werte liegen zwischen 72 und 81 dB(A) und sind somit stark unterschiedlich. Hauptschallquellen bei Reinigungsanlagen sind, neben den durch Ultraschall hervorgerufenen Vibrationen die Vakuumpumpen und Ventilatoren, für die Absaugung oder Kühlung. Abgesehen von den Anlagen C3 und W3, die in einem separaten Raum aufgestellt sind, ist bei allen untersuchten Anlagen der Umgebungslärm insbesondere durch spanabhebende Maschinen deutlich höher. Lärmmessungen an der Reinigungsanlage waren daher meist nur in Arbeitspausen möglich.

B.4.2.2.4 Belastung am Arbeitsplatz durch toxische Stoffe

Die *Belastung am Arbeitsplatz durch toxische Stoffe* wird durch die Parameter $\text{Belastungszahl}_{\text{Arbeitsplatz}}$ (Konzentrationsmaß) und Kritisches $\text{Volumen}_{\text{Arbeitsplatz}}$ (Kenngröße für die Fracht) quantifiziert (Kapitel A.1.3.2.3). Für wäßrige Anlagen war es nicht möglich, entsprechende Daten zur erheben (s. Anhang B.9.2).

Die Werte für die dimensionslose Belastungszahl liegen bei den untersuchten CKW-Anlagen zwischen 0,05 und 0,16, was einer mittleren Konzentration von 14 bis 55 mg/m³ TRI bzw. PER entspricht. Die Belastungszahl ist bei den NHKW-Anlagen mit 0,0055 bis 0,033 etwa eine Größenordnung kleiner. Die gemessenen mittleren Konzentrationen liegen bei 14 bis 33 mg/m³ NHKW-Reiniger. Die Konzentrationen sind jeweils stark von den lokalen Gegebenheiten abhängig. Alle gemessenen mittleren Konzentrationen liegen deutlich unter den entsprechenden MAK-Werten[5]. Allerdings kann es bei CKW-Anlagen kurzfristig zu erhöhten Konzentrationen kommen (z.B. bei Filterwechsel, Wartungsarbeiten im Innern der Anlage etc.). Eine Gefährdung der Gesundheit durch toxische Stoffe am Arbeitsplatz liegt nach Stand des Wissens zur Toxikologie der eingesetzten Lösemittel nicht vor.

Das Kritische $\text{Volumen}_{\text{Arbeitsplatz}}$ liegt bei den CKW-Anlagen mit 6,3 bis 110 m³/Vergleichscharge deutlich über den Werten der NHKW-Anlagen (0,057 bis 6,7 m³/Vergleichscharge). Es liegen große Unterschiede bei der Emissionsfracht innerhalb der Reinigungsverfahren vor, die auf die jeweils eingesetzte Anlagentechnik und die Betriebsweise zurückgeführt werden können (s.a. Kapitel B.4.2.1).

[5] Die MAK-Werte für TRI und PER sind seit 1996 bzw. 1997 ausgesetzt. Hier werden die zu Beginn des Projektes gültigen MAK-Werte zur Diskussion herangezogen, für die NHKW-Reiniger der Luftgrenzwert-Wert für „Kohlenwasserstoffgemische der Gruppe 1“ in der TRGS 901.

B.5 Beispieldemonstration zur Kalkulation von Systemkosten

B.5.1 Berechnung der Kosten- und Erlösgrößen

Die in den nachfolgenden Kapiteln dargestellten Einzelkosten beruhen auf Festlegungen innerhalb des Projektteams bzw. auf Schätzwerten aus Befragungen einzelner Industriepartner. Es sind keine Daten aus Datenerhebungen zu den untersuchten Reinigungsanlagen, da spezifische Kostenangaben von den Anlagenbetreibern nicht zu erschließen waren (Datenschutzgründe). Die in den nachfolgenden Kapiteln ausgewiesenen Kosten sind somit keine realen Kosten der untersuchten Anlagen, sondern vielmehr **Beispieldaten**. **Für den Vergleich der Anlagen sind sie nicht geeignet.** Sie dienen lediglich der Demonstration der Vorgehensweise.

B.5.1.1 Materialkosten

Zur Berechnung der Materialkosten wurden die Materialmengen erfaßt und über die Zuordnung eines Preises monetär bewertet.

$$\text{Materialkosten} = \text{Materialmenge} * \text{Materialpreis}$$

Materialmenge:

Der Bedarf an Betriebsstoffen (bei den betrachteten Reinigungsverfahren fielen keine Roh- und Hilfsstoffe an) ergibt sich aus dem zum Einsatz kommenden Reinigungsverfahren und wurde direkt aus der Sach-Ökobilanz übernommen.

Materialpreis:

Die Bewertung der Betriebsstoffe (bei den betrachteten Reinigungsverfahren fielen keine Roh- und Hilfsstoffe an) erfolgte mittels ihrer Einkaufspreise, die der nachfolgenden Tabelle (Tab. B-38) zu entnehmen sind. Da je nach Reinigungsverfahren unterschiedliche Betriebsstoffe anfallen, sind sie und ihre Einkaufspreise getrennt nach den Reinigungsverfahren ausgewiesen.

	Maßeinheit	C2-Anlage	K2-Anlage	W2-Anlage
Betriebsstoffe:				
Reiniger	DM/kg	1,91	2,35	6,00
Aktivkohle	DM/kg	20,00[6]	—	—
Natriumgluconat	DM/kg	—	—	6,00
Trinkwasser	DM/m³	—	2,95	2,95
Druckluft	DM/m³	0,03	0,03	0,03
Energie, elektrisch	DM/kWh	0,19	0,19	0,19
Erdgas	DM/m³	—	0,028	—

Tab. B-38: Beispiel - Materialkosten für die untersuchten Reinigungsverfahren

[6] Die Entsorgungskosten für die Aktivkohle sind im Preis enthalten.

B.5.1.2 Personalkosten

Bei der Berechnung der Personalkosten sind der Personalbedarf sowie die dazugehörigen Kosten zu erfassen. Die Personalkosten errechnen sich

$$\text{Personalkosten} = \text{Arbeitskraftstunden} * \text{Personalkostenstundensatz}$$

<u>Arbeitskraftstunden:</u>

Die benötigten Arbeitskraftstunden je Reinigungsverfahren sind in der nachfolgenden Tabelle (Tab. B-39) aufgeführt.

<u>Personalkostenstundensatz:</u>

Der angesetzte Personalkostenstundensatz ist ebenfalls der nachfolgenden Tabelle (Tab. B-39) zu entnehmen.

	Maßeinheit	C2-Anlage	K2-Anlage	W2-Anlage
Arbeitskraftstunden für den Betrieb der Anlage:	h/a	4020	3600	3600
Personalkostenstundensatz:	DM/h	46	46	46

Tab. B-39: Beispiel - Personalkosten für die untersuchten Reinigungsverfahren

B.5.1.3 Kapitalkosten

Die Kapitalkosten setzen sich zusammen aus den kalkulatorischen Abschreibungen für die Investitionsgüter und den kalkulatorischen Zinsen auf das betriebsnotwendige Kapital. Bei der Ermittlung der kalkulatorischen Abschreibungen wird die lineare Abschreibungsmethode angewandt.

$$\text{kalk. Abschreibung} = \text{Anschaffungswert} \div \text{kalk. Nutzungsdauer}$$

Die kalkulatorischen Abschreibungen werden für alle in der folgenden Tabelle aufgeführten Investitionsgüter ermittelt. Bei der Berechnung der kalkulatorischen Zinsen wird von folgendem Berechnungsalgorithmus ausgegangen:

$$\text{kalk. Zinsen} = \text{betriebsnotwendiges Kapital} * \text{kalk. Zinssatz}$$

<u>Anschaffungswert:</u>

Die Höhe der Anschaffungskosten für die einzelnen Anlagen und Maschinen sowie ihre Nutzungsdauer sind in der Tabelle (Tab. B-40) enthalten.

<u>Betriebsnotwendiges Kapital:</u>

Das betriebsnotwendige Kapital ist das gesamte im Leistungserstellungsprozeß eingesetzte Kapital.

	Maßeinheit	C2-Anlage	K2-Anlage	W2-Anlage
Investitionen:				
Reinigungsanlage	TDM	500	450	675
Peripheriegeräte	TDM	—	200	150
Nutzungsdauer:				
Maschinen/Anlagen	Jahre	10	10	10
kalk. Zinssatz:	%	8	8	8

Tab. B-40: Beispiel - Basisdaten für die Ermittlung der Kapitalkosten der untersuchten Reinigungsverfahren

B.5.1.4 Fremdleistungskosten

An Fremdleistungskosten sind für die untersuchten Reinigungsverfahren die Instandhaltungskosten für die Maschinen und Anlagen, die Entsorgungskosten für zu entsorgende Stoffe und die Raummiete für den Betrieb der Anlagen angefallen.

Externe Wartungs-/Instandhaltungskosten:

Die externen Wartungs-/Instandhaltungskosten für die einzelnen Reinigungsanlagen (inkl. der Peripheriegeräte) sind der nachfolgenden Tabelle (Tab. B-41) zu entnehmen.

Entsorgungskosten:

Entsorgungskosten fallen für Abwasser und Abfall an. Sie berechnen sich anhand folgender Formel:

Entsorgungskosten = zu entsorgende Menge ∗ zu zahlender Preis

Die zu entsorgende Menge an Abwasser und Abfall wurde direkt aus der Sach-Ökobilanz übernommen und der zu zahlende Preis für die einzelnen Materialien ist in der nachfolgenden Tabelle angegeben.

Raummiete:

Die Raummiete berechnet sich aus der für den Betrieb der Reinigungsanlage beanspruchten Gebäudefläche und den Mietkosten pro Jahr und Quadratmeter. Die Daten hierzu sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

	Maßeinheit	C2-Anlage	K2-Anlage	W2-Anlage
externe Wartungs-/ Instandhaltungskosten der Anlagen:	DM/a	15.000	19.500	41.250
Abfallentsorgung:	DM/kg	0,5[7]	0,5	0,5
Abwasserentsorgung:	DM/m³	4,50	—	24,50[8]
Raummiete:	DM/a	57.600	55.386	87.600
• beanspruchte Gebäudefläche:	m²	48,00	46,155	73,00
• Mietkosten:	DM/m².a	1.200	1.200	1.200

Tab. B-41: Beispiel - Fremdleistungskosten für die untersuchten Reinigungsverfahren

[7] Die Entsorgungskosten für die Aktivkohle sind in den Materialkosten für den Inputstrom "Aktivkohle" enthalten.
[8] Hier sind die Kosten für die hausinterne Abwasserbehandlungsanlage enthalten.

B.5.1.5 Erlöse

Erlöse waren bei den hier untersuchten Reinigungsverfahren nicht zu verzeichnen. Im allgemeinen berechnet sich der Erlös aus der Verkaufsmenge und dem zu erzielenden Erlös:

$$\text{Erlös} = \text{Verkaufsmenge} * \text{zu erzielender Erlös}$$

Die Verkaufsmenge kann direkt aus der Sach-Ökobilanz übernommen werden und die monetäre Bewertung erfolgt über den zu erzielenden Erlös.

B.5.2 Ergebnisse für die Reinigungsanlagen C2, K2 und W2

B.5.2.1 Reinigungsanlage C2

Allgemeine Dokumentation	
Prozeßkette:	**Reinigungsanlage C2**, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspezifisch
Definition der technischen Einheit:	1.000 Stück Vergleichschargen (VC)
Betriebsstunden pro Jahr:	5.700
Durchsatz pro Betriebsstunde:	21.34 Stück Vergleichschargen (VC)
Nutzungsdauer der Anlage:	10 Jahre

Teilbilanzraum "Reinigungsanlage"	DM pro 1.000 VC	DM pro Jahr
Gesamtergebnis Reinigungsanlage	3064,42	372749,89
Fixkosten-/erlöse	2.561,04	311.520,00
variable Kosten/Erlöse	503,38	61.229,89
Materialkosten		
variable Kosten / Erlöse	411,70	50.077,80
Fixkosten-/erlöse	0,00	0,00
Materialkosten gesamt	**411,70**	**50.077,80**
Personalkosten		
variable Kosten / Erlöse	0,00	0,00
Fixkosten-/erlöse	1.520,25	184.920,00
Personalkosten gesamt	**1.520,25**	**184.920,00**
Fremdleistungskosten		
variable Kosten / Erlöse	91,68	11152,10
Fixkosten-/erlöse	596,85	72.600,00
Fremdleistungskosten gesamt	**688,54**	**83.752,10**
Kapitalkosten		
variable Kosten / Erlöse	0,00	0,00
Fixkosten-/erlöse	443,94	54.000,00
Kapitalkosten gesamt	**443,94**	**54.000,00**
Aufschlüsselung der Kostenarten		
Materialkosten		
Energie (Preis)	263,73	32.079,39
Betriebsstoff (Materialpreis)	144,44	17.568,93
Betriebsstoff (Materialpreis und Entsorgungskosten)	1,64	199,99
Drucklufterzeugung	1,89	229,48
Personalkosten		
Personal für die Reinigungsanlage	1.520,25	184.920,00
Fremdleistungskosten		
Abfallentsorgung	72,38	8804,42
Abwasserentsorgung	19,30	2347,68
Raummiete Anlagenbetrieb	473,54	57.600,00
ext. Wartungs-/ Instandhaltungskosten der Reinigungsanlage	123,32	15.000,00
Kapitalkosten		
Abschreibung auf die Reinigungsanlage	411,06	50.000,00
kalk. Zinsen auf betriebsnotwendiges Kapital	32,88	4.000,00

Tab. B-42: Beispieldemonstration - Ergebnisse der Systemkostenanalyse für Reinigungsanlage C2

B.5.2.2 Reinigungsanlage K2

Allgemeine Dokumentation

Prozeßkette:	**Reinigungsanlage K2**, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspezifisch
Definition der technischen Einheit:	1.000 Stück VC
Betriebsstunden pro Jahr:	5.700
Durchsatz pro Betriebsstunde:	21.34 Stück VC
Nutzungsdauer der Anlage:	10 Jahre

Teilbilanzraum "Reinigungsanlage"	DM pro 1.000 VC	DM pro Jahr
Gesamtergebnis Reinigungsanlage	2.909,08	353.854,09
Fixkosten-/erlöse	2.554,19	310.686,00
variable Kosten/Erlöse	354,89	43.168,09
Materialkosten		
variable Kosten / Erlöse	305,92	37.210,98
Fixkosten-/erlöse	0,00	0,00
Materialkosten gesamt	**305,92**	**37.210,98**
Personalkosten		
variable Kosten / Erlöse	0,00	0,00
Fixkosten-/erlöse	1.361,42	165.600,00
Personalkosten gesamt	**1.361,42**	**165.600,00**
Fremdleistungskosten		
variable Kosten / Erlöse	48,97	5.957,11
Fixkosten-/erlöse	615,65	74.886,00
Fremdleistungskosten gesamt	**664,62**	**80.843,11**
Kapitalkosten		
variable Kosten / Erlöse	0,00	0,00
Fixkosten-/erlöse	577,12	70.200,00
Kapitalkosten gesamt	**577,12**	**70.200,00**
Aufschlüsselung der Kostenarten		
Materialkosten		
Energie (Preis)	149,09	18.134,74
Betriebsstoff (Materialpreis)	156,40	19.024,05
Drucklufterzeugung	0,43	52,20
Personalkosten		
Personal für die Reinigungsanlage	1.361,42	165.600,00
Fremdleistungskosten		
Abfallentsorgung	48,97	5957,11
Raummiete Anlagenbetrieb	455,33	55.386,00
ext. Wartungs-/ Instandhaltungskosten der Reinigungsanlage	160,31	19.500,00
Kapitalkosten		
Abschreibung auf die Reinigungsanlage	369,95	45.000,00
kalk. Zinsen auf betriebsnotwendiges Kapital	42,75	5200,00
Abschreibung auf Peripheriegeräte	164,42	20.000,00

Tab. B-43: Beispieldemonstration - Ergebnisse der Systemkostenanalyse für Reinigungsanlage K2

B.5.2.3 Reinigungsanlage W2

Allgemeine Dokumentation

Prozeßkette:	**Reinigungsanlage W2**, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspezifisch
Definition der technischen Einheit:	1.000 Stück Vergleichschargen (VC)
Betriebsstunden pro Jahr:	5.700
Durchsatz pro Betriebsstunde:	21.34 Stück Vergleichschargen (VC)
Nutzungsdauer der Anlage:	10 Jahre

Teilbilanzraum "Reinigungsanlage"	DM pro 1.000 VC	DM pro Jahr
Gesamtergebnis Reinigungsanlage	4.400,13	535.223,56
Fixkosten-/erlöse	3.153,21	383.550,00
variable Kosten/Erlöse	1.246,93	151.673,56
Materialkosten		
variable Kosten / Erlöse	1.122,72	136.565,07
Fixkosten-/erlöse	0,00	0,00
Materialkosten gesamt	**1.122,72**	**136.565,07**
Personalkosten		
variable Kosten / Erlöse	0,00	0,00
Fixkosten-/erlöse	1.361,42	165.600,00
Personalkosten gesamt	**1.361,42**	**165.600,00**
Fremdleistungskosten		
variable Kosten / Erlöse	124,21	15.108,49
Fixkosten-/erlöse	1.059,29	128.850,00
Fremdleistungskosten gesamt	**1.183,50**	**143.958,49**
Kapitalkosten		
variable Kosten / Erlöse	0,00	0,00
Fixkosten-/erlöse	732,50	89.100,00
Kapitalkosten gesamt	**732,50**	**89.100,00**
Aufschlüsselung der Kostenarten		
Materialkosten		
Energie (Preis)	394,38	47.972,06
Betriebsstoff (Materialpreis)	728,09	88.563,02
Drucklufterzeugung	0,25	30,00
Personalkosten		
Personal für die Reinigungsanlage	1.361,42	165.600,00
Fremdleistungskosten		
Abfallentsorgung	48,17	5.859,61
Abwasserentsorgung	0,00	0,00
Raummiete Anlagenbetrieb	720,17	87.600,00
ext. Wartungs-/ Instandhaltungskosten der Reinigungsanlage	339,12	41.250,00
Abwasserentsorgung (inkl. Kosten hausinterne Abwasserbeh.)	76,04	9.248,88
Kapitalkosten		
Abschreibung auf die Reinigungsanlage	554,93	67.500,00
kalk. Zinsen auf betriebsnotwendiges Kapital	54,26	6.600,00
Abschreibung auf Peripheriegeräte	123,32	15.000,00

Tab. B-44: Beispieldemonstration - Ergebnisse der Systemkostenanalyse für Reinigungsanlage W2

B.6 Zusammenfassende Auswertung

B.6.1 Ziel der Auswertung

Die untersuchten Anlagen stellen nur einen Ausschnitt der vielfältigen Reinigungsanwendungen in der Praxis dar. Es kann nicht davon ausgegangen werden, daß die untersuchte Stichprobe den gesamten Bereich der industriellen Teilereinigung repräsentativ abbildet. Die untersuchten Anlagen spiegeln allerdings ein Spektrum typischer Reinigungsanwendungen wider.

Im Rahmen der Auswertung sollen die mit der Verfahrensdurchführung verbundenen Umweltlasten der drei unterschiedlichen Technologien für die untersuchten Reinigungsaufgabenkategorien miteinander verglichen werden. Ein weiteres Ziel ist das Aufzeigen von Schwachstellen im Technologiekonzept und die Schaffung von Grundlagen für die Optimierung der Einzelverfahren unter jeweils ökologischen und ökonomischen Aspekten. Die Ergebnisse sind aus den untersuchten Beispielanlagen abgeleitet. Die Übertragbarkeit der Optimierungsvorschläge ist für jeden Anwendungsfall zu prüfen.

Es ist nicht das Ziel dieses Projektes, die verschiedenen erfaßten Umweltauswirkungen gegeneinander zu wichten oder zu bewerten. Die Auswertung beschränkt sich darauf, Umweltauswirkungen zu erfassen und aufzuzeigen.

B.6.2 Optimierung, Schwachstellenanalyse

B.6.2.1 Allgemeine Aussagen für alle Anlagen

Bei allen drei Verfahren resultieren in fast allen Wirkungskategorien die wesentlichen Beiträge aus dem Technischen Verfahren. Somit sind auch die Optimierungspotentiale in diesem Teilbilanzraum hoch.

Der überwiegende Anteil ist dabei auf die mit der Energiebereitstellung verknüpften Umweltlasten zurückzuführen. Speziell der Stromverbrauch der Anlage ist ein wesentlicher Parameter, der neben dem Energiebedarf des Gesamtsystems auch sehr stark andere Wirkungsparameter beeinflußt. Er stellt eine wichtige Optimierungsmöglichkeit bei der Konzeption und beim Betrieb von Reinigungsanlagen dar. Maßnahmen zur Reduzierung des Stromverbrauchs von Anlagen gewinnen auch aus ökonomischen Gründen zunehmend Bedeutung (Ökosteuer).

Aufgrund der Unterschiede im Wirkungsgrad bei der Wärmebereitstellung (z.B. zur Beheizung der Destillationsanlage) über elektrischen Strom aus dem deutschen Kraftwerksmix oder über direkte Beheizung mit einem Gas- oder Ölheizkessel ergeben sich deutliche ökologische Vorteile für die direkte Wärmebereitstellung. Es sollte daher vor allem bei großen Anlagen geprüft werden, ob eine solche Installation

ökonomisch sinnvoll ist. Bei einer untersuchten Beispielanlage betrug der Amortisationszeitraum ca. 2 Jahre. Analog sollte die Möglichkeit der Nutzung im Betrieb oder im Umfeld vorhandener Prozeßwärme geprüft werden.

Einen entscheidenden Einfluß auf die ökonomische und ökologische Effizienz der Teilereinigung hat die Auslastung bzw. die an die Reinigungsaufgabe angepaßte Dimensionierung der Anlagen. Zu groß ausgelegte Anlagen führen dazu, daß die Anlagen in der betrieblichen Arbeitszeit viel Leerlauf haben und dabei einen nicht unerheblichen Energiebedarf für Heizungen, Vakuumpumpen etc. aufweisen. Leerlaufzeiten der Anlagen können beispielsweise über die zusätzliche Reinigung von Werkstücken aus anderen Betriebsteilen oder über die Verkürzung der täglichen Laufzeit der Anlage vermindert werden.

Neben dem Durchsatz sollten die Anlagen auch hinsichtlich der Reinigungsqualität optimal auf die Reinigungsaufgabe abgestimmt sein. Hier spielen ein optimal eingestelltes Reinigungsprogramm (z.B. Dauer einzelner Prozeßschritte) und die Auslegung von Einzelmodulen (z.B. Destillationsleistung) eine wichtige Rolle.

Die Analyse des Wasserverbrauchs an den Anlagen ergab, daß der Einsatz von Wasser, insbesondere von Trinkwasser, als Kühlmedium in nicht geschlossenen Kreisläufen vermieden werden sollte.

Die Auswertung der arbeitsplatzbezogenen Wirkungen ergab keine generellen Schwachstellen bei einem bestimmten Verfahren. Die lokalen Belastungen am Arbeitsplatz werden überwiegend durch die spezifischen örtlichen Verhältnisse bedingt.

Maßnahmen, die eine Verringerung der energetischen Grundlast bewirken, führen direkt zu einer Verminderung der mit der Energiebereitstellung verbundenen Umweltlasten. Für den Anlagenbetreiber stellen Einsparungen beim Strombedarf der Anlagen ein entscheidendes Optimierungspotential zur Verbesserung der Gesamtbilanz dar.

Die Einsparung von frischem Reinigungsmedium verringert alle dem zugehörigen peripheren Teilbilanzraum zuzuschreibenden Umweltwirkungen, könnte aber möglicherweise zu einer Verlagerung von Umweltlasten in das Technischen Verfahren führen. So könnte beispielsweise die Einsparung von frischem Lösungsmittel durch verstärktes internes Recycling zu einer Erhöhung des Stromverbrauchs im Technischen Verfahren und aller dadurch beeinflußten Wirkungsparameter führen. Solche Maßnahmen sind daher nur solange sinnvoll, wie der erforderliche technische und energetische Mehraufwand durch den Einspareffekt beim Lösemittel überkompensiert wird, was bei den betrachteten Anlagen in der Regel der Fall ist.

Maßnahmen zur Emissionsminderung an der Reinigungsanlage können bei Lösemittelanlagen zu einer deutlichen Reduzierung beim Wirkfrachtpotential Atmosphäre und bei CKW (v.a. bei TRI als Reinigungsmedium) auch beim Versauerungspotential führen.

B.6.2.2 Lösemittelanlagen (CKW und NHKW)

Beim Betrieb von Lösemittelanlagen liegt ein großes Einsparpotential in der optimalen Anpassung der Destillationsleistung an den gegebenen Schmutzeintrag (v.a. Öl) und die geforderte Reinigungsqualität. Bei der Konstruktion der Anlage wird die Destillationsleistung in der Regel für einen vom Anwender vorgegebenen maximalen Öleintrag ausgelegt. Wird im aktuellen Reinigungsbetrieb deutlich weniger Öl in die Anlage eingetragen, so wird die Destillationsleistung der Anlage nicht reduziert und das „saubere“ Lösungsmittel wird mit der gleichen Rate abdestilliert.

So ist beispielsweise die Destillationsleistung der Anlage C4 im Verhältnis zum tatsächlichen Schmutzeintrag in die Anlage deutlich überdimensioniert. Dies hat zur Folge, daß das Lösungsmittel in beiden Vorratsbehältern der Anlage permanent sehr sauber ist und auch sehr gute Reinigungsergebnisse erzielt werden. Es kann allerdings davon ausgegangen werden, daß die Reinheitsanforderungen auch mit einer deutlich geringeren Destillationsleistung erreicht würden. Bei der industriellen Teilereinigung sollte nach dem Grundsatz verfahren werden, nur *so gut wie nötig* zu reinigen. Die kontinuierliche Destillation des Lösungsmittels sollte daher zumindest stufenweise an den tatsächlichen Schmutzeintrag angepaßt werden können.

Eine optimale technische Lösung dieses Problems wäre, den Grad der Verunreinigung des Lösemittels durch ein zuverlässiges, robustes Meßprinzip online zu bestimmen und so die Destillationsleistung den Erfordernissen anzupassen. Ökonomisch interessant wird dieser Vorschlag nur, wenn das Einsparpotential der zu entwickelnden Methode die Mehraufwendungen für die Meßanordnung und die notwendige Regeltechnik in einem angemessenen Zeitraum amortisiert.

Ein weiteres Optimierungspotential bei Lösemittelanlagen mit Vakuumtechnik stellen die Vakuumpumpen dar. Es sollte vermieden werden, daß sie über die gesamte Betriebszeit der Anlage mit voller Leistung betrieben werden, obwohl sie unter Umständen jeweils nur zum Evakuieren der Anlage bei Reinigungsbeginn bzw. zur Trocknung benötigt werden. Der Dauerbetrieb wird oftmals aus Verschleißschutzgründen für erforderlich gehalten.

Im Beispiel der untersuchten NHKW-Anlage K3 laufen zwei Vakuumpumpen kontinuierlich mit voller Leistung über die gesamte Arbeitszeit durch. Da die Anlage zudem nur zu 30 % ausgelastet ist, führt dies zu einer besonders ineffizienten Betriebsweise. In anderen Anlagen (z.B. K4) ist ein Vakuumkonzept realisiert, bei dem die Pumpen nur für die entsprechenden Prozeßschritte unter Volllast betrieben werden und ansonsten mit stark reduzierter Leistung laufen. Sie benötigen daher bereits im Normalbetrieb deutlich weniger Energie.

Soweit es die gegebenen Reinheitsanforderungen zulassen, sollte bei Lösemittelanlagen angestrebt werden, möglichst wenig Lösungsmittel im Destillationsrückstand an den Entsorger abzugeben. Ein hoher Rückgewinnungsgrad des Lösemittels an der Anlage erfordert einerseits einen geringfügig erhöhten Energieeinsatz an der Anlage (Technisches Verfahren), führt aber zu einem geringeren Bedarf an Frischware und spart demzufolge alle damit in den Vorketten verbundenen Aufwendungen. Gleichzeitig wird die Abfallmenge reduziert, womit sich die Aufwendungen für die nachfol-

genden Prozesse verringern (z.B. Transporte). Ferner ist zu beachten, daß die Nachketten, wie beispielsweise die thermische Verwertung der Abfälle aus NHKW-Anlagen, zwar bei einigen Wirkungskategorien zu Gutschriften führen, in der ökonomischen Bilanz allerdings in der Regel Kosten darstellen.

Bei den untersuchten **CKW-Anlagen**, die Filter zur Reinigung der Umluft einsetzten, ergab sich für eine Anlage, die Aktivkohlefasermatten nutzte, eine deutlich geringere Menge Sonderabfall.

Die im Rahmen des Projektes betrachteten Wirkungskategorien lassen für den Einsatz von CKW-Anlagen keine generell höheren Umweltbeeinträchtigungen erwarten.

Die VOC-Emissionen und damit das POCP (Potential zur Bildung von Sommersmog) der **NHKW-Anlagen** können durch eine optimierte Tiefkühlkondensation und durch Einsatz eines Aktivkohlefilters zur Reinigung der Abluft aus den Vakuumpumpen wesentlich verringert werden. Eine ungenügende Tiefkühlkondensation kann zudem, insbesondere beim Einsatz einer Warmlufttrocknung, ein Sicherheitsrisiko darstellen.

B.6.2.3 Wäßrige Anlagen

Bei großen wäßrigen Anlagen mit vielen offenen Bädern (Mehrkammer-Tauchanlagen) entstehen hohe Energieverluste durch Abstrahlung und Verdunstung, was i.d.R. durch eine starke Absaugung der warmen feuchten Luft in der Anlage und deren ungenutzte Abgabe ins Freie verstärkt wird.

Für eine energieeffiziente Betriebsweise solcher Anlagen ist es daher erforderlich, daß ein möglichst hoher Chargendurchsatz erzielt wird. Das Anlagenkonzept sollte so ausgelegt werden, daß möglichst viele Chargen parallel in den einzelnen Bädern behandelt werden. Hierzu ist neben einer entsprechenden Abstimmung des Reinigungsprogrammes der Einsatz einer geeigneten Steuerungstechnik und möglicherweise eines zweiten Fahrwagens für das Handling der Chargen sinnvoll. Erweist sich die Trocknung als durchsatzlimitierender Schritt, kann der Einsatz einer externen Trocknung, eventuell mit Vakuumtechnik oder eines Trockenkanals für mehrere parallele Chargen erwogen werden. Zusätzlich sollte geprüft werden, ob das Abdecken unbenutzter Bäder sinnvoll ist.

Wird aufgrund hoher Reinheitsanforderungen eine große Anzahl an Bädern notwendig, so ist für eine energieeffiziente Betriebsweise der Forderung nach einem hohen Chargendurchsatz verstärkt Rechnung zu tragen. So kann der hohe spezifische Energieverbrauch der Anlage W4 auf den beim gewählten Reinigungsprogramm relativ geringen maximalen Durchsatz (12 Vergleichschargen pro h) zurückgeführt werden. Der spezifische Energieverbrauch der Anlage W2 ist bei einem maximalen Durchsatz von 35 Vergleichschargen pro Stunde deutlich geringer. Ein direkter Vergleich ist allerdings nicht möglich, da sich die Reinigungsaufgaben der Anlagen deutlich unterscheiden.

Bei Anlagen mit hohen Abluftströmen kann eine Nutzung der Abwärme sinnvoll sein. So könnte beispielsweise bei einer Ablufttemperatur $\geq 40\ ^{o}C$ die Abwärme durch den

Einsatz statischer Wärmetauscher in der kalten Jahreszeit zur Erwärmung der Hallenluft genutzt werden.

Wie das untersuchte Anlagenbeispiel W3 zeigt, treten bei Einkammer-Flutanlagen ohne offene Bäder deutlich geringere Wärmeverluste auf. Da somit der Energieverbrauch geringer ist, sollte jeweils geprüft werden, ob der Einsatz dieser Anlagenart möglich ist. So kann beispielsweise der maximal mögliche Durchsatz dieser Anlagen ihren Einsatz limitieren.

Bei großen wäßrigen Anlagen können Stromspitzen durch versetztes Einschalten der Einzelbäder umgangen werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß alle Maßnahmen, die zur Einsparung elektrischer Energie führen, sich positiv auf die Reduzierung der Umweltlasten auswirken. Bei steigenden Energiepreisen führt dies zunehmend auch zu Kosteneinsparungen.

In weiteren Forschungsarbeiten sollten verstärkt Anlagen, die technisch alternative Komponenten nutzen, untersucht werden. Mit Hilfe der Prozeßmodellierung sollte die gezielte Optimierung von Anlagen bei gegebenen Einsatzbedingungen erschlossen werden.

B.6.3 Vergleich der alternativen Verfahren

Die vorliegenden Untersuchungen belegen, daß ein Vergleich der Reinigungsverfahren eine sehr differenzierte Betrachtung erfordert und daß sich die Umweltwirkungen der Anlagen in bedeutendem Umfang mit der Anpassung der Anlagenkonstruktion an das Reinigungsproblem und ganz besonders mit dem Optimierungsgrad der Anlage selbst ändern. Eine allgemeingültige Aussage, daß eines der Verfahren generell ökologisch vorteilhaft oder ungünstig wäre, ist nicht möglich.

Allerdings zeigen sich verfahrenstypische Muster einzelner Wirkungskategorien. Bei wäßrigen Anlagen ergeben sich beispielsweise in der Regel die höchsten Beiträge bei 'Energie, erneuerbar' und 'Energie, nicht erneuerbar', wogegen bei CKW-Anlagen die Kategorien 'Mineralienverbrauch' und 'Sonderabfall' am höchsten sind.

Je nach Anwendungsfall können sich Vor- oder Nachteile für ein bestimmtes Verfahren ergeben. Der Vergleich der alternativen Reinigungsverfahren ist daher nur anhand konkreter Reinigungsaufgaben möglich. Bei zwei von vier beispielhaft untersuchten Reinigungsaufgabenkategorien zeigen sich leichte Vorteile für NHKW-Anlagen, die beiden anderen Kategorien sind relativ ausgeglichen.

Der Optimierungszustand der Anlage und der Betriebsführung haben einen starken Einfluß auf die ökologische Effizienz. Bei Investitionsentscheidungen ist zu empfehlen, die Anlage optimal auf das konkrete Reinigungsproblem abzustimmen. Dabei sollte neben der erforderlichen Reinigungsleistung vor allem die Anlagendimensionierung berücksichtigt werden. Das Vorhalten eines großen Kapazitätspuffers kann zu einer ökologisch und ökonomisch ineffizienten Betriebsweise führen.

Die untersuchten Anlagen entsprechen alle dem Stand der Technik, allerdings sind die festgestellten Optimierungspotentiale in den einzelnen Anlagen bereits unterschiedlich stark berücksichtigt. Durch konsequente Umsetzung der erkannten Optimierungspotentiale können sich die Bilanzergebnisse deutlich ändern. So kann bei der Erhöhung des Vergleichschargendurchsatzes großer wäßriger Anlagen der Energiebedarf pro Vergleichscharge deutlich gesenkt und damit die durch den hohen spezifischen Stromverbrauch begründeten Bilanzergebnisse verbessert werden.

Entsprechende Szenarien, die die erkannten Optimierungspotentiale berücksichtigen und die danach verbleibenden Unterschiede der Verfahren ermitteln, konnten aus Kapazitätsgründen bisher nicht gerechnet werden.

Bei den Lösemittelanlagen zeigen die Ergebnisse des Projektes, daß bemerkenswerte Unterschiede in den ökologischen Auswirkungen auf die jeweilige Betriebsweise der Anlagen zurückzuführen sind. Insbesondere das unterschiedliche Lösemittel-Management, z.B. der Grad der internen bzw. externen Aufbereitung und damit der Inanspruchnahme der Ressourcen, führt zu differenzierten Resultaten.

Die vorliegenden Ergebnisse und die daraus abgeleiteten Erkenntnisse sind das Resultat der Analyse einzelner Anlagen. Sie können bei der Auswahl und Auslegung von Anlagen in Abhängigkeit von der konkreten Reinigungsaufgabe Orientierung bieten, sind jedoch nicht geeignet, *generell* eine bestimmte Anlage (in Typ und Auslegung) zu empfehlen. Allerdings ist es mit Hilfe der im Rahmen des Projektes erarbeiteten Methode, Datenbasis und Software möglich, für konkrete Reinigungsaufgaben entsprechende Bilanzen zu erstellen und hinsichtlich des vorzugsweise anzuwendenden Verfahrens sowie zur optimierten Gestaltung auszuwerten.

B.6.4 Systemkostenanalyse

Aus der Datenerhebung ließen sich nicht für alle Kostenarten Angaben von den Anlagenbetreibern ermitteln, so daß auch auf Schätz- und Erfahrungswerte aus Befragungen innerhalb des Projektteams zurückgegriffen werden mußte. Die auf dieser Basis berechneten Kostengrößen sind keine realen Reinigungskosten für die untersuchten Anlagen, sondern dienen der Beispieldemonstration. Für Fragestellungen der Oberflächenreinigung sind die die Kostenarten beeinflussenden Stoffgruppen und Leistungsgrößen benannt und die Berechnungsgleichungen ausgewiesen. Für die Kostenarten Materialkosten, Personalkosten, Kapitalkosten und Fremdleistungskosten werden Ergebnisse ausgewiesen und die Gesamtkosten berechnet.

B.7 Ergebnisse der Kommunikation des Projektes in der interessierten Öffentlichkeit

Mit der Veröffentlichung der ISO/EN/DIN 14040 im Sommer 1997 stellte sich die Frage nach einer kritischen Begleitung. Zu diesem Zeitpunkt waren wesentliche inhaltliche Entscheidungen im Projekt bereits getroffen.

Im Rahmen der Projektplanung war die Durchführung einer kritischen Begleitung nicht vorgesehen. Somit standen für eine kritische Begleitung durch ein projektbegleitendes Expertengremium keine finanziellen Mittel zur Verfügung.

Es wurde daher beschlossen, Zwischenergebnisse des Verbundprojektes möglichst frühzeitig in Veröffentlichungen und Workshops der interessierten Fachwelt zur Diskussion zu stellen, so daß eine kritische Begleitung der Arbeiten in ausreichendem Maße gewährleistet war.

Zwischenergebnisse des Verbundprojektes wurden der interessierten Öffentlichkeit, insbesondere auch interessierten Unternehmen im Bereich Galvano- und Oberflächentechnik, auf folgenden Messen und Veranstaltungen vorgestellt:

- UTECH`97, vom 17.-20.02.1997, Berlin
- Forschungsforum des BMBF, vom 17.09.-20.09.1997, Leipzig
- ECO-INFORMA`97, vom 06.10.-09.10.1997, München
- Workshop „Industrielle Teilereinigung“, vom 26.03.-27.03.1998, Jena
- Fachmesse Oberflächentechnik im Rahmen der Hannover-Messe 1998, vom 20.04.-25.04.1998, Hannover
- Workshop für industrielle Bauteilreinigung, vom 28.05.-29.05.1998, Bremen

Des weiteren wurde die Fachöffentlichkeit durch Präsentationen bei den

- Deutsch-Nordischen Oberflächentagen 1997 (24.09.-26.09.1997 in Lübeck-Travemünde) und bei den
- Oberflächentagen 1998 (07.10.-09.10.1998 in Schwäbisch Gmünd)

mit einbezogen. Die Oberflächentage mit über 500 Teilnehmern haben sich zu einem wichtigen Forum des wechselseitigen Informationsaustausches zwischen Anwendern, Forschern und Entwicklern etabliert. Der Praxisbezug der Tagungen ermöglichte gemeinsame Diskussionen zu neuen Wegen und Perspektiven, für eine offensive Weiterentwicklung der verschiedenen Branchen der Oberflächentechnik.

Zur umfassenden Kommunikation des Verbundprojektes mit der „interessierten Öffentlichkeit“ wurde zusätzlich ein

- Workshop in Form einer öffentlichen Sitzung des Fachausschusses Reinigen der Deutschen Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik

organisiert. Er diente speziell der Präsentation des Verbundprojektes und fand am 25.11.1997 im Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung in Stuttgart mit folgender Tagesordnung statt:

1. Einführung
2. Untersuchungsrahmen und Methodik der ökologisch-ökonomischen Bilanzierung von Reinigungsverfahren
3. Prozeßstrukturierung und Datenerfassung im Bilanzraum „Technisches Verfahren“
4. Diskussion

5. Software und Datenbank PUROLIT, Ergebnisdarstellung
6. Anwendung der Ergebnisse: Vergleich und Optimierungsanalyse von Reinigungssystemen
7. Diskussion und Zusammenfassung

Das Interesse am Thema des Verbundprojektes war, wie die im Vergleich mit anderen Veranstaltungen hohe Teilnehmerzahl von 40 Personen zeigt, sehr groß. Die Teilnehmer haben das Spektrum (Anwender, Hersteller für Anlagen und Reiniger, Institute, Behörden) der „industriellen Teilereinigung“ voll abgedeckt. Das Interesse bei Anwendern mit zwei oder mehreren Reinigungsanlagen bzw. solchen, die vor der Entscheidung einer Neuinvestition stehen, war größer als bei Anwendern, die nur eine Anlage (Kleinbetrieb) betreiben.

Das europäische Ausland (vorwiegend Schweiz: SUVA, BUWAL; Österreich und Frankreich) zeigte ebenfalls großes Interesse an den Ergebnissen, da in diesen Ländern gegenwärtig eine ähnliche Situation zu verzeichnen ist, wie in Deutschland nach der Einführung der 2. BImSchV.

Im Zuge der Nachbereitung der Veranstaltung wurde eine ausführliche Zusammenfassung der Vorträge an die Teilnehmer und an weitere 30 interessierte Fachexperten, die aus terminlichen Gründen nicht anwesend sein konnten, versandt.

Diese Präsentationen werden durch folgende Veröffentlichungen ergänzt:

- Finkbeiner, E. Hoffmann, G. Kreisel und G. Goldhan: Ökobilanz von Reinigungsverfahren in der Metalloberflächenbehandlung, Metalloberfläche 50 Heft 2 (1996)
- Finkbeiner, E. Hoffmann und G. Kreisel: The Functional Unit in the Life Cycle Inventory Analysis of Degreasing Processes in the Metal-Processing Industry, Environmental Management 21, 4 (1997) 635-642
- G. Striegel, A. Ruhland, E. Oetjen: Vergleich und Optimierung von Reinigungsanlagen, Metalloberfläche 52 Heft (1998) 501

sowie durch die gemeinsame Vorstellung des Projektes in Journalen der metallverarbeitenden Industrie (GT 09/97, MO 09/97, JOT 11/97).

Als Ergebnis der Präsentationen und Veröffentlichungen kann folgendes festgehalten werden:

- Es wurden keine prinzipiellen Einwände gegen das methodische Vorgehen geäußert.
- Nachfragen beschränkten sich auf Erläuterungen zu methodischen und technischen Details der Untersuchungen.
- Von verschiedenen Seiten wurde positiv hervorgehoben, daß für die Datenerhebung reale Anlagen zu Grunde gelegt und Messungen durchgeführt wurden.

B.8 Literaturverzeichnis Kapitel B

[1] Franke, M.; Berna, J.L.; Cavalli, L.; Renta, R.; Stalmans, M.; Thomas, H.: A Life Cycle Inventory for the Production of Petrochemical Intermediates in Europe; Tenside Surfactants Detergents 32 (1995), 384-396

[2] Schul, W.; Hirsinger, F.; Schick, K.P.: A Life Cycle Inventory for the Production of Detergent Range Alcohol Ethoxylates in Europe; Tenside Surfactants Detergents 32 (1995), 171-192

[3] Stalmans, M. et al.: European Life-Cycle Inventory for Detergent Surfactants Production; Tenside Surfactants Detergents 32 (1995), 84-109

[4] Janzen, D.: Methodology of the European Life-Cycle Inventory for Detergent Surfactants Production. Tenside Surfactants Detergents 32 (1995), 110-121

[5] Thomas, H.: A Life Cycle Inventory for the Production of Alkohol Ethoxy Sulphates in Europe. Tenside Surfactants Detergents 32 (1995), 140-151

[6] Hirsinger, F.; Schick, K.P.; Stalmans, M.: A Life Cycle Inventory for the Production of Oleochemical Raw Materials. Tenside Surfactants Detergents 32 (1995), 420-432

[7] Ullmann, Enzyklopädie der Technischen Chemie, 4. Auflage VCH (1980), Vol.19, 471-481; Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry: 5. Auflage VCH (1993) Vol. A22, 239-258

[8] BUWAL: Vergleichende ökologische Bewertung von Anstrichstoffen im Baubereich. Schriftenreihe Umwelt Nr. 232. Schweizerisches Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, Schweiz (1995)

[9] BUWAL: Ökoinventare für Verpackungen: Schriftenreihe Umwelt Nr. 250. Schweizerisches Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, Schweiz (1996)

[10] APME: Boustead, I. Co-product Allocation in Chlorine Plants. Report 5 (1994)

[11] IFEU: Basisdaten zur ökologischen Bilanzierung Teil 2 Energie- und Stoffstrombilanzen von Düngemittlen. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu), Heidelberg, Deutschland (1997)

[12] IFU und IFEU: umberto. Ein interaktives Programm zur Erstellung von Ökobilanzen auf der Basis von Stoffstromnetzen. Institut für Umweltinformatik Hamburg GmbH (ifu), Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu) (1996)

[13] Billenstein, S.; Blaschke, G.: Industrial Production of Fatty Amines and Their Derivates. JAOCS 61 (2) (1984), 53

[14] Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry: 5. Auflage VCH (1993), Vol. A2, 18

[15] IFEU: Persönliche Mitteilung von Herrn Udo Meyer vom 23.02.97. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu), Heidelberg, Deutschland

[16] STFI: Persönliche Mitteilungen von Frau Birgit Jacobson vom 09.01.97 und 14.02.97. Skogsindustrins Tekniska Forskningsinstitut (STFi), Stockholm, Schweden

[17] ANONYMUS: Vertrauliche Mitteilungen zum Energieverbrauch der Ethanolaminproduktion (1997)

[18] LANDBANK: The Phosphate Report. Landbank Environmental Research & Consulting, London (1994)

[19] Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry: 5. Auflage VCH (1993), Vol. A19, 465

[20] ANONYMUS: Vertrauliche Mitteilungen zu LCI - Daten der Produktion von Natriumcarbonat (1997)

[21] Postlethwaite D., Schul W., Stalmans M.: A Life-Cycle Inventory for the Production of Sulphur and Caustic Soda in Europe; Surfactants Production. Tenside Surfactants Detergents 32 (1995), 412

[22] Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry: 5. Auflage VCH (1993), Vol. A23, 706

[23] EMPA: Life Cycle Inventory for the Production of Zeolite A for Detergents. Bericht Nr. 234. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA), St. Gallen, Schweiz (1996)

[24] GEMIS: Fritsche U. et al.: Umweltanalyse von Energiesystemen. Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS), Version 2.0. Im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Energie, Umwelt und Bundesangelegenheiten, Darmstadt, Kassel 1994

[25] Patyk, A.; Reinhardt, G. (1997): Düngemittel- Energie- und Stoffstrombilanzen. Vieweg Umweltwissenschaften, Braunschweig 1997

[26] Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry: 5. Auflage VCH (1993), Vol. A12, 449

[27] ECSA: Ecoprofile of Chloroethenes. European Chlorinated Solvent Association (ECSA), a major group of the European Chemical Industry Council (CEFIC), Brussels, Belgien (1997)

[28] Persönliche Mitteilung von Herrn Peter G. Johnson, Groupmanager der European Chlorinated Solvent Association (ECSA), a major group of the European Chemical Industy Council (CEFIC), Brussels, 1997

[29] Average LCI Data For Hydrocarbons. Persönliche Mitteilung durch Herrn P.Y. Guyomar. Hydrocarbon Solvent Producer Association (HSPA), Untergruppe des European Chemical Industry Council (CEFIC), Brussels, 1997

[30] Frischknecht et.al.: Ökoinventare von Energiesystemen. Schlußbericht des BEW/NEFF - Forschungsprojektes "Umweltbelastung der End- und Nutzenergiebereitstellung". Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW) und Nationaler Energie-Forschungsfond (NEFF). 3. Auflage, ENET, Bern (1995)

[31] Derwent, R.G.; Jenkin, M.E; Saunders, S.M. (1996): Photochemical Ozone Creation Potentials for a Number of reactive Hydrocarbons under European conditions; Atmospheric Environment Vol. 30. No 2 pp 181-199

[32] Klopp R.: Gefährliche Stoffe bei der Indirekteinleitung"; ATV-Bundestagung, Berichte der Abwassertechnischen Vereinigung, e.V. Nr. 44

[33] Böhnke, B. Tianjiing, L.: "Organische Reststoffbelastung (AOX) im Ablauf von ein- und zweistufigen kummunal/gewerblichen Kläranlagen"; in: atw, Abwassertechnik, Heft 2/1992

[34] ATV Leistungsvergleich 1993: "ATV-Leistungsvergleich kommunaler Kläranlagen 1993"; in: Korrespondenz Abwasser, 7/94

B.9 Anhänge B

C Software und Manual

PUROLIT

Softwaresystem des Fraunhofer Institutes

für Verfahrenstechnik und Verpackung

(Fraunhofer IVV)

für die

Ganzheitliche Bilanzierung/Bewertung von

Reinigungs-/Vorbehandlungstechnologien

in der Oberflächenbehandlung

Komponenten und Funktionen der Software



Ansprechpartner:

Anette Diers
Fraunhofer IVV
Abteilung Systemanalyse
Giggenhauser Str. 35
D-85354 Freising

Telefon: 08161-491309
Telefax: 08161-491333
e-mail: diers@ivv.fhg.de

Freising, Oktober 1998

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Teil I

Grundlagen

- Die Arbeitsschritte zur Erstellung einer Umweltbilanz
- Schreibweisen und Konventionen
- Programmstart
- Zugriff auf die Datenbank

1 Die Arbeitsschritte zur Erstellung einer Bilanz

Der Arbeitsprozeß zur Erstellung einer Bilanz für Reinigungs-/Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung kann in mehrere Arbeitsschritte aufgeteilt werden, die nacheinander zu bearbeiten sind.

Step 1 Generelle Festlegungen zur Zielstellung und zu den Randbedingungen

Die Bilanzierung soll für den Anwender aus der Industrie zum einen den individuellen Zielstellungen des Unternehmens gerecht werden, zum anderen aber auch den Anforderungen aus der nationalen/internationalen Normung genügen. Daher sind zu Beginn zunächst folgende Punkte festzulegen und zu dokumentieren:

- **die Fragestellung für die Bilanzierung**: Welche zentrale Fragestellung soll mit der Bilanz untersucht werden? Welche Einzelfragestellungen sind dazu zu beantworten?
- **der Untersuchungsrahmen**: Welche Bereiche werden in die Bilanzierung mit einbezogen? Ggf. sind Angaben zur jeweiligen Betrachtungstiefe / zum Detaillierungsgrad sinnvoll. Für Bereiche, die nicht in die Betrachtung mit einbezogen werden, sollte eine Begründung und nach Möglichkeit auch eine Einschätzung der Umweltrelevanz im Bezug das Gesamtsystem schriftlich fixiert werden.
- **die Technische Funktion**: Welche technische Funktion erfüllt das bilanzierte Verfahren? Wie ist die Nutzeneinheit definiert? Tip: Das entwickelte Datenblatt zur Spezifikation der Reinigungsaufgabenkategorie erfaßt alle wesentlichen technischen Funktionen.
- **die Bestandteile des Untersuchungsgegenstands**: Die Komponenten der Reinigungsanlage sowie das eingesetzte Reinigungsmittel und alle relevanten Anlagenparameter sind möglichst detailliert zu spezifizieren.
- **die Untersuchungsziele**: Hier sind insbesondere folgende Aspekte wichtig: der beabsichtigte Nutzen, das beabsichtigte Publikum, die Einzelfragestellungen, die Anforderungen an die Datenqualität, die Art der Ergebnisvalidation, die Verwendung der Ergebnisse (intern / öffentlich; Managementvorlage / Marketing, ...)
- **die Repräsentativität**: Welche Anforderungen werden bzgl. der Repräsentativität der Ergebnisse gestellt? Sollen Unternehmens-/, Hersteller- oder Anwender-spezifische Fragestellungen analysiert werden oder gilt es, generalisierte Aussagen zu treffen?
- **die Prozeßketten**: Welche Einzelverfahren, Verfahrenstypen, Szenarische Verfahrensvarianten etc. sollen zur Beantwortung der Fragestellung bilanziert werden?

Step 2 Festlegung der Randbedingungen

Bei der Festlegung der Randbedingungen müssen folgende Punkte beschrieben werden:

- die Methodik:
  Die Sach- und die Wirkbilanzmethodik sind umfassend und fragestellungsadäquat zu definieren. Basismethodik ist hier die entwickelte „Methodik zur Bilanzierung von Reinigungs-/Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung“, wie sie im Verbundprojekt erarbeitet wurde.

  Die konkreten Fragestellungen von Bilanzprojekten der Industriepartner oder anderer Anwender können sich jedoch von der Fragestellung des Verbundprojektes unterscheiden, so daß in jedem Fall eine Überprüfung und ggf. Fortschreibung der gegebenen Rahmenmethodik angezeigt ist.
- die Vorgehensweise:
  Sollen zu bestimmten, ausgewählten Aspekten Vorstudien erstellt werden? Gibt es Schwerpunkte bei der Betrachtung?
- die Datenerhebung / Datenaktualisierung:
  Wer erhebt die Daten? Wie sind die Daten aufzubereiten? Wer wird die Daten in der Datenbank ablegen bzw. vorhandene Daten bei Bedarf anpassen?
- die Modelle:
  Welche Prozeßketten sollen erstellt und analysiert werden? Sollen szenarische Variationen, Verfahrensalternativen, Alternativen zu Anlagenkomponenten, Reinigungsmedien oder zu reinigenden Teilen bilanziert werden?
- die Ergebnisdarstellung:
  Werden zusätzlich zu den definierten Standard-Ergebnistabellen weitere Ergebnisdarstellungen benötigt? Wie werden die darzustellenden Ergebnisgrößen ermittelt?
- die Ergebnisvalidation:
  Wer prüft die erzeugten Ergebnisse (fachlich und bzgl. der gesetzten Ziele und Randbedingungen gemäß Step 1)?

Step 3 Strukturierung der Prozeßketten

Der modulare Aufbau von Prozeßketten bietet Vorteile in Bezug auf die Transparenz in der Darstellung des Bilanzraumes, bei der Definition und Analyse von Verfahrensvarianten und bei der Identifikation sensitiver Bereiche innerhalb des Gesamtsystems.

Gemäß der definierten Rahmenmethodik wird das technische Verfahren in Systemkomponenten zerlegt und jedes dieser Elemente mit Input- und Outputgrößen beschrieben. Mit den peripheren Bereichen „Herstellung der Reinigungsmittel“, „Energiebereitstellung“, „Transport“ sowie „Verwertung und Entsorgung der Reinigungsmittelrückstände“ wird analog verfahren. Insgesamt wird damit ein Netzwerk interagierender Prozesse - die Prozeßkette - aufgebaut.

PUROLIT ist offen bzgl. der Strukturierung des Bilanzraumes: Sie können die Unit-Operations gemäß Ihren eigenen Vorstellungen und betrieblichen Gegebenheiten definieren.

Wichtig ist dabei jedoch, daß folgende Regel beachtet wird: Alle Stoff- und Energieflüsse, die Sie als Inputs / Outputs bei einem solchen Modul definieren, unterliegen einem linearen Zusammenhang!

Wird also beispielsweise die doppelte Menge eines Produkt in einem Modul erzeugt, so ist auch die doppelte Menge aller Vorprodukte und Energieinputs nötig und es entsteht doppelt soviel an Abfall und Emissionen.

PUROLIT enthält zum Zeitpunkt der Installation bereits eine Reihe von Prozeßketten: die Prozeßketten für die ausgewählten Beispielanlagen, die im Rahmen der Studie „Ganzheitliche Bilanzierung von Reinigungs-/Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung“ definiert und berechnet wurden. Sie können mit Ihren Arbeiten auf diesen Prozeßketten aufbauen und diese in allen Teilen aktualisieren und ggf. bei Wunsch weiter ausbauen.

Step 4 Datenerhebung / Datenaktualisierung

Die einzelnen Module der Prozeßkette sind mit allen relevanten Stoff- und Energie-Inputs/-Outputs zu beschreiben. Zusätzlich können Sie umfangreiche Dokumentationen zum technischen Prozeßhintergrund, zu Modellierungsparametern, zu Randbedingungen und Bearbeitungsdetails in Textform hinterlegen. Das Kapitel 5.2.3 „Eingeben und Ändern von Prozessen“ in diesem Softwarehandbuch stellt die Dokumentationsfelder im Detail vor.

Die mitgelieferte Datenbank der Software enthält bereits eine Reihe von Modulen. Diese können Sie in Ihren Prozeßketten verwenden und bei Bedarf an Ihre individuellen Verhältnisse anpassen.

Ab nun beginnt die Arbeit mit der Software PUROLIT!

Step 5 Zugriff auf die Datenbank

Die zentralen Arbeiten in diesem Schritt sind:

- Arbeiten mit Modulen der Datenbank,
- Aktualisierung von Daten in der Datenbank und
- Eingabe neuer Datenelemente

Die Vorgehensweise hierzu wird ausführlich in den Handbuch-Kapiteln 4.1 „Verknüpfung mit einer Datenbank“, 5.1“Zugriff auf die Datenbank“ und 5.2 „Ändern von Datenbankinhalten“ dargestellt.

Step 6 Erstellen der Prozeßkette bzw. Aktualisierung

Die Software unterstützt Sie bei den unten aufgeführten Arbeitspositionen:

- die Erstellung einer Prozeßkette, geführt durch den Software-Assistenten und
- die Eingabe und Änderung von Prozeßketten mit Unterstützung durch den Prozeßketten-Editor - die graphische Benutzeroberfläche zur Prozeßketten-Konstruktion.

Die genannten Software-Tools sind Gegenstand der Handbuch-Kapitel 6.1 „Erstellung einer Prozeßkette (bottom-up-Ansatz)“ und 6.3 „Ändern und Ausbauen einer vorhandenen Prozeßkette (top-down-Ansatz)“.

Step 7 Die Berechnung der Bilanzergebnisse

Auch diese Arbeitsphase wird selbstverständlich mit Hilfe von PUROLIT-Softwareroutinen bewältigt: Die Software hat mit der vollständigen Beschreibung der Prozeßkette aus dem vorigen Arbeitsschritt alle Informationen erhalten, um nun selbständig und ohne weitere Zuarbeiten Ihrerseits die Sachbilanz zu erstellen.

Für die Berechnung der Wirkungsabschätzung greift das System auf das hinterlegte Kennzahlengerüst zurück. Hier sind ggf. noch Daten zur Abbildung von Stoff- und Energieflußgrößen auf die definierten Wirkungskenngrößen durch Sie zu ergänzen für solche Stoff- und Energieflußgrößen, die Sie neu definiert und in die Datenbank integriert haben. Die Berechnung der Wirkungsbilanz wird dann wieder ohne weiteres Zutun Ihrerseits eigenständig durch die Software erledigt.

Für die Ergebnisausgabe bietet PUROLIT eine Reihe von Standard-Ausgabedokumenten. Hier können Sie jedoch durch Parametrisierung, Auswahl von Teilaspekten und Darstellungseigenschaften diese Dokumente nach Ihren individuellen Anforderungen anpassen und die Ausgabe gemäß Ihren Wünschen steuern.

Step 8 Die Erstellung der Systemkostenanalyse

Die Systemkostenanalyse gliedert sich in die nachfolgend aufgezählten Arbeitsschritte. Jeden dieser Schritte unterstützt PUROLIT durch angepaßte, mächtige Softwareroutinen:

- die Definition der Kosten-/Erlösstruktur (Kontenrahmen)
- die Eingabe der Stoff- und Prozeßkosten gemäß der definierten Kostenstruktur
- die Berechnung der Kostenbilanz und
- die Erstellung der Ergebnisdokumentation.

Step 9 Die Auswertung der Bilanzergebnisse

Zur Auswertung der ökologischen und der ökonomischen Resultate und zur Interpretation der gewonnenen Informationen sind insbesondere folgende Einzelpositionen wesentlich:

- Plausibilisierung der Ergebnisse (fachlich und bzgl. der gesetzten Ziele und Randbedingungen gemäß Step 1)
- Analyse der Ergebnisse hinsichtlich
  - Beitrag einzelner Stoffe
  - Beitrag von Einzelprozessen
  - Beitrag von Betriebsbereichen
- Darstellung der Effekte szenarischer Variationen und
- Graphische Aufbereitung der Ergebnisse.

Alle Punkte werden durch entsprechende Software-Routinen unterstützt. Die eigentliche Interpretation der Zahlen und die Ableitung geeigneter Handlungsoptionen zu Verbesserungen kann Ihnen jedoch das System nicht abnehmen: hier ist Ihre Sachkompetenz und Ihre Kreativität gefragt!

Die nachfolgenden Kapitel im Handbuch Teil I (Grundlagen) stellen nun dar, welche allgemeinen Konventionen für die Bedienung der Software PUROLIT gelten, welche Schreibweisen dieses Handbuch nutzt und wie Sie PUROLIT starten und einsatzfähig machen. Die Beschreibung der einzelnen Software-Komponenten, -Funktionen und Arbeitshilfen sowie den Umgang mit diesen ist Inhalt von TEIL II und Teil III dieses Handbuchs.

2 Schreibweisen und Konventionen

Windows-Konventionen

Die Bedienung von PUROLIT entspricht den standardisierten Windows-Konventionen. Konsultieren Sie deshalb bei allgemeinen Fragen wie der Mausbedienung, der Menüsteuerung, der Fenstertechnik oder dem Wechseln zwischen verschiedenen Windows-Anwendungen etc. auch Ihre Windows-Dokumentation. Um Ihnen das Nachschlagen zu erleichtern, hält sich dieses Handbuch weitestgehend an die Terminologie der Windows-Dokumentationen.

Schreibweisen und Konventionen

Hier eine Zusammenfassung der wichtigsten in diesem Handbuch verwendeten Schreibweisen und Konventionen:

Die Titel von **Haupt- und Untermenüs** sind durch Kapitälchen gekennzeichnet, Menüfolgen werden durch einen Bindestrich dargestellt. DATENBANK - VERBINDEN bedeutet z.B., daß zunächst das Menü DATENBANK aktiviert werden soll und dort dann das Untermenü VERBINDEN. Ob Sie eine solche Befehlswahl mit Hilfe der Maus oder durch Drücken des jeweiligen „Hotkeys“ (der im Menünamen unterstrichen dargestellte Buchstabe) bei gedrückter ALT-Taste nachvollziehen wollen, bleibt Ihnen überlassen.

Die in den Bildschirmfenstern enthaltenen **Befehlsschaltflächen** (auch als Buttons bezeichnet) werden mit ihrem Namen in eckigen Klammern bezeichnet. Beispielsweise wird mit der Schaltfläche <OK> eine Aktion bestätigt, <Abbruch> dient zum abbrechen einer Aktion, <Drucken> startet die Fenster zur Spezifikation eines Druckauftrages etc.

Die **Datenfelder in den Bildschirmfenstern** tragen in der Regel eine Bezeichnung, so daß ein einzelnes Datenfeld durch diese „Bezeichnung“ (durch Hochkommata gekennzeichnet) eindeutig benannt werden.

Die **Tastennamen** folgen der Beschriftung einer deutschen Standardtastatur (STRG, ALT, EINFG, F10 etc.). Tasten, die nur ein Symbol tragen, werden sinngemäß umschrieben (TAB für die Tabulatortaste, LEER für die Leertaste, UMSCHALT für die UMSCHALTTASTE, EINGABE für die Eingabe- oder Returntaste, RÜCK für die Rücklösch- oder Backspace-Taste etc.).

Tastenkombinationen werden durch ein Pluszeichen zwischen den Tastennamen dargestellt. STRG+EINFG bedeutet z.B., daß die STRG-Taste gedrückt gehalten werden muß und dabei einmal die EINFG-Taste gedrückt werden soll.

Tastenfolgen / Folgen von Menübefehlen werden durch ein Minuszeichen zwischen den Tasten-/Menünamen dargestellt. Beispiel: STAMMDATEN – PROZESSE – DRUCKEN.

Die **Mausbedienung** entspricht den üblichen Windows-Konventionen. *Auf ein Objekt klicken* heißt, den Mauszeiger auf das Objekt zu positionieren und dann einmal die linke Maustaste zu drücken. *Doppelklicken* heißt, zweimal hintereinander in rascher Folge auf die linke Maustaste zu drücken. *Ziehen* bedeutet, den Mauszeiger mit gedrückt gehaltener linker Maustaste über Textelemente zu ziehen. Wenn eine Funktion mit der rechten Maustaste auszulösen ist, wird dies jeweils ausdrücklich erwähnt. (Sollte die Maussteuerung auf Ihrem System für Linkshänder konzipiert sein, sind die Funktionen der rechten und linken Maustaste vertauscht.)

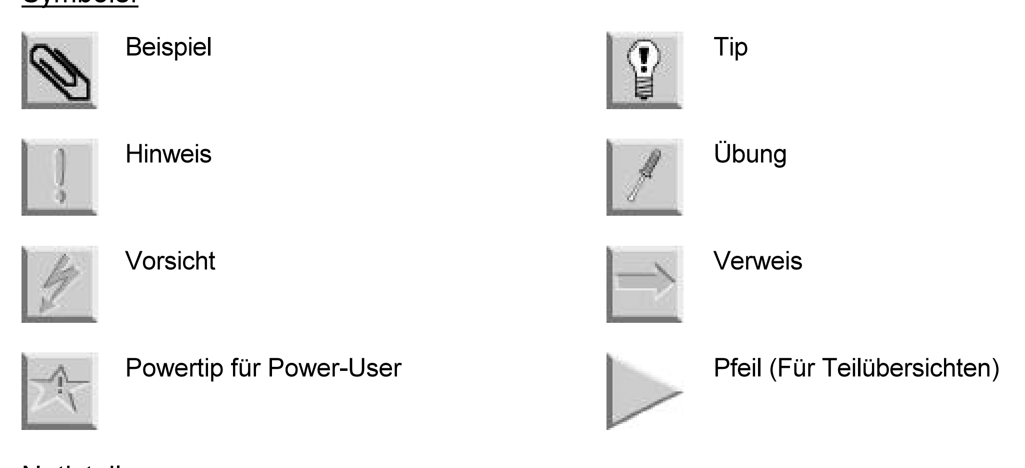
Die **Objektklassen in der Datenbank** (z.B. Stoffe, Prozesse, Prozeßketten) werden in der Software über entsprechende Menüpunkte bearbeitet. Daher werden als Hilfestellung beim Lesen auch Objektklassen in KAPITÄLCHEN dargestellt.

Wenn **konkrete Dateninhalte** genannt werden, so wird der entsprechende Attributwert *„in Hochkommata und schräggestellt“* abgebildet.

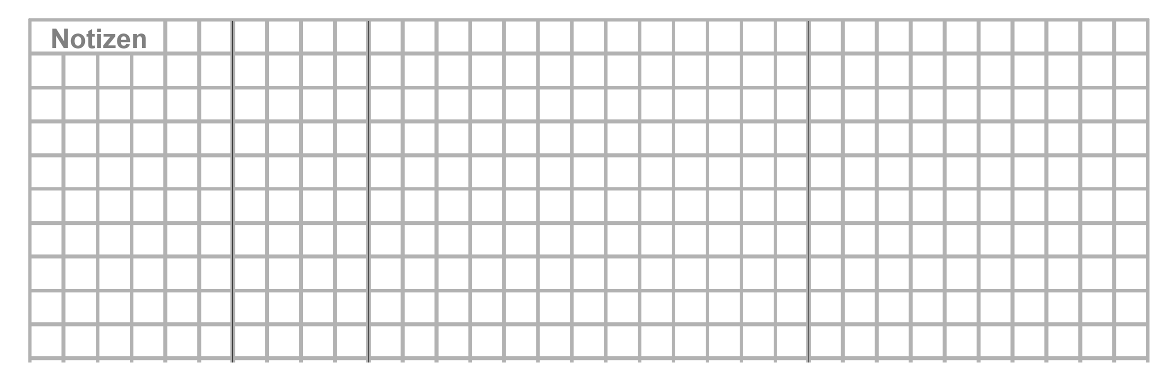
Visualisierungsmittel

Das Handbuch verwendet eine Reihe von Visualisierungsmitteln, die Ihnen das Arbeiten mit diesem Handbuch erleichtern sollen: Symbole, die Sie besonders wichtige Aspekte aufmerksam machen, Symbole, die Beispiele und Übungsaufgaben kennzeichnen und Felder, die für Ihre persönlichen Notizen vorbehalten sind.

Symbole:



Notizteil:



Bildliche Informationen

Als weitere bildliche Informationen dienen sogenannte **Screenshots**, d.h. Abbildungen von geöffneten Programmfenstern aus PUROLIT.

Nach Installation des Programms sollte es Ihnen möglich sein, alle dargestellten Fenster mit den darin enthaltenen Daten / Informationen auf Ihrem System zu rekonstruieren.

Wenn Sie eine Zeit lang mit PUROLIT gearbeitet haben, so haben Sie sicher seit der Installation neue Daten eingegeben und / oder vorhandene Daten verändert. Die dargestellten Datenfenster können daher bzgl. der Dateninhalte abweichen von den Fenstern, so wie Sie diese auf Ihrem System angezeigt bekommen.

3 Programmstart

PUROLIT läßt sich starten wie jedes gängige Windows-Programm. Wählen Sie das entsprechende Symbol auf Ihrem Bildschirm mit einem Doppelklick aus und PUROLIT wird gestartet. Ein Statusfenster zeigt Ihnen, daß einige Programmteile geladen werden und schließlich ist PUROLIT einsatzbereit.

Anfangs sind ausschließlich die Menüpunkte PROGRAMM, DATENBANK und „?“ auswählbar. Unter dem Menüpunkt PROGRAMM läßt sich PUROLIT beenden.

4 Zugriff auf die Datenbank

4.1 Verknüpfung mit einer Datenbank

Für die Erstellung einer Prozeßkette sind große Mengen an Eingabedaten erforderlich. Damit nicht bei jeder Prozeßkette alle benötigten Daten von Neuem eingegeben werden müssen, arbeitet das Programm mit einer Datenbank.

Das Programm wird zunächst ohne Datenbank geladen. Die Verknüpfung mit der gewünschten Datenbank nimmt der Nutzer dann von Hand vor.

Die Verknüpfung mit einer Datenbank wird unter dem gleichnamigen Menüpunkt DATENBANK und dem darunter anwählbaren Unterpunkt VERBINDEN erreicht. Wählen Sie diesen Punkt aus, öffnet sich ein Fenster in dem alle vorhandenen Datenbanken aufgelistet sind. Wählen Sie hier diejenige Datenbank aus, mit der Sie arbeiten wollen.

Nach der Verbindung mit der Datenbank erscheint links in der Fußleiste von PUROLIT der Name der ausgewählten Datenbank. Alle Menüpunkte sind nun auswählbar. PUROLIT ist einsatzbereit!



Hinweis:

Nach der Installation der Software ist die Datenbank PUR_98 verfügbar. Diese Datenbank enthält alle Daten, die im Rahmen des Projektes „Ganzheitliche Bilanzierung/Bewertung von Reinigungs-/Vorbehandlungstechnologien“ erarbeitet wurden und für die keine Vertraulichkeitsbeschränkungen bestehen.

Sie können selbst Zeitpunkte definieren, zu denen Sie Ihre aktuelle Arbeitsdatenbank archivieren und eine neue Datenbank für andere Fragestellungen oder Folgebilanzen erstellen.

4.2 Inhalte der Datenbank

In der Datenbank werden alle Daten, die zur Beschreibung von Prozeßketten nötig sind, hinterlegt. Die Datenbank enthält dazu eine Palette unterschiedlicher Datenklassen. Die wichtigsten sind:

- Stoff- und Energiegrößen
- Prozesse mit
  - Stoff- und Energiefluß- Mengen und
  - Transporten
- Prozeßketten
- Kenngrößen zur Wirkungsabschätzung
- Systemkosten

In der Datenbank stehen Daten, die bereits erhoben wurden und dort abgelegt sind. Daten die Sie selbst eingeben werden oder Prozesse, die Sie erstellen werden, werden ebenfalls in der Datenbank abgelegt.

Die Dokumentation erfaßt nicht nur Daten zu physikalischen Größen (z.B. die Stoff- und Energieflüsse, die in einen Prozeßschritt hinein oder aus diesem hinaus fließen), sondern auch Textelemente, die den technischen, räumlichen und inhaltlichen Hintergrund der Datenmodule sowie die Datenqualität dokumentieren (z.B. wann wurden die Daten erhoben, welche Randbedingungen sind zu berücksichtigen, etc.)



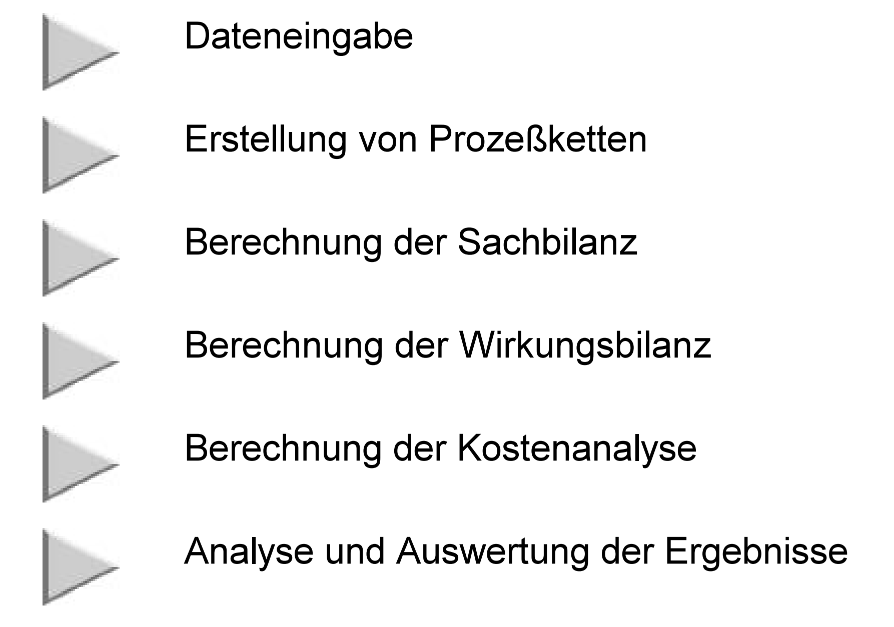
Tip:

Dokumentieren Sie Ihre erhobenen oder erstellten Daten möglichst sorgfältig! Dies unterstützt:

- die Kommunikation im Bearbeitungsteam und mit externen Beteiligten,
- die Entscheidung, welche Datensätze für Ihre konkrete Fragestellung nach technischen, räumlichen oder anderen Kriterien verwendet werden können und welcher Aktualisierungsbedarf sich für spätere Zeitpunkte ggf. ergibt,
- die Arbeiten zur Plausibilisierung und Validierung von Bilanzergebnissen.

Teil II

Die Arbeitsschritte zur ganzheitlichen Bilanzierung eines technischen Verfahrens



- Dateneingabe
- Erstellung von Prozeßketten
- Berechnung der Sachbilanz
- Berechnung der Wirkungsbilanz
- Berechnung der Kostenanalyse
- Analyse und Auswertung der Ergebnisse

5 Dateneingabe

5.1 Zugriff auf die Datenbank

Für die Dateneingabe ist zunächst eine Verknüpfung mit einer der unterschiedlichen Datenbanken aufzubauen. Dazu wählen Sie

- ➲ Menüpunkt DATENBANK
- ➲ Unterpunkt VERBINDEN...

Es öffnet sich ein Fenster in dem die vorhandenen Datenbanken aufgelistet sind. Wählen Sie durch Anklicken eine Datenbank aus und klicken Sie auf die Befehlsschaltfläche <OK>. Links in der Fußleiste von PUROLIT wird der Name der ausgewählten Datenbank angezeigt. Weitere Menüpunkte sind nun auswählbar. Auf die Datenbank-Daten können Sie zugreifen über

- ➲ Menüpunkt STAMMDATEN oder alternativ über
- ➲ Menüpunkt PROZEßKETTE

Unter dem Menüpunkt STAMMDATEN können Sie nachsehen, welche Datenobjekte PUROLIT kennt. Die wichtigsten Datenelemente und die Aktionen, die mit diesen Datenobjekten möglich sind, werden im folgenden kurz vorgestellt. Eine ausführliche Erläuterung finden Sie in den Handbuch-Kapiteln 5.2 und 5.3, sowie im Handbuch Teil III.

Das Datenelement „Ökobilanz“

Zur Durchführung einer Ökobilanz sind gemäß ISO eine Reihe genereller Fragestellungen zu beantworten: die zentrale Fragestellung, der Untersuchungsrahmen, die Untersuchungsziele, die Anforderungen an die Repräsentativität, die technische Funktion (Definition der Nutzeneinheit) und die Bestandteile des Untersuchungsgegenstands (vgl. hierzu auch Teil I, Grundlagen, Kapitel 1. „Die Arbeitsschritte zur Erstellung einer Bilanz“). Darüber hinaus wird festgelegt, welche Modelle/Prozeßketten untersucht und welche szenarischen Variationen ggf. in die Bewertung einfließen sollen.

Das Datenelement „Prozeßkette“

Eine Prozeßkette bildet ein Technisches Verfahren oder ein Teilsystem eines Technischen Verfahrens ab. Die Prozeßkette stellt dazu alle Stoff- und Energieflüsse, die zur Bilanzierung des Technischen Verfahrens bekannt sein müssen, dar als eine Kette von Prozessen, die über die Stoff- und Energie-Input- und Outputströme miteinander verbunden sind.

Das Datenelement „Prozesse“

Die Prozeßkette bestehen ihrerseits aus einzelnen Modulen, die einzelne Betriebseinheiten repräsentieren.

Das Datenelement „Stoffe“

In die Module hinein, aus den Modulen hinaus und zwischen den Modulen sind Stoff- und Energieflüsse definiert; diese werden jeweils zahlenmäßig belegt mit der zugehörigen Stoff- und Energiefluß-Menge.

Die Standardfunktionen

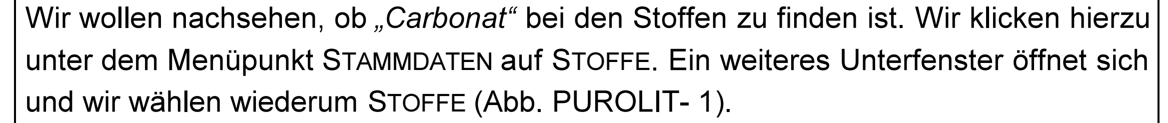
Zu allen Datenklassen der Datenbank können Sie über die Befehlsschaltflächen eine Reihe von Standardaktionen zur Dateneingabe, Datenmanipulation und Datendokumentation aufrufen:

<Ändern>	die Datenelemente ansehen und ändern,
<Einfügen>	neue Datenelemente einfügen,
<Duplizieren>	bestehende Datenelemente duplizieren (= kopieren und in variierter/spezialisierter Form speichern)
<Löschen>	bestehende Datenelemente löschen
<Suchen>	nach Datenelementen in der Datenbank suchen und
<Drucken>	Dokumentations- und Arbeitslisten zu den Datenelementen drucken.

Diese Befehlsschaltflächen können manchmal inaktiv sein. Das Programm steuert automatisch, welche Aktion zu bestimmten Datenelementen generell erlaubt bzw. zu einem bestimmten Arbeitszeitpunkt zulässig ist. Für alle anderen Aktionen werden die zugehörigen Befehlsschaltflächen inaktiviert. (Beispiel: <Löschen> ist nur aktiv, wenn ein Datenelement ausgewählt d.h. angeklickt ist)

Das nachfolgende Beispiel stellt das Fenster mit den entsprechenden Befehlsschaltflächen exemplarisch für die Objektklasse STOFFE dar.

Beispiel:



Wir wollen nachsehen, ob *„Carbonat“* bei den Stoffen zu finden ist. Wir klicken hierzu unter dem Menüpunkt STAMMDATEN auf STOFFE. Ein weiteres Unterfenster öffnet sich und wir wählen wiederum STOFFE (Abb. PUROLIT- 1).

Das Fenster, das sich nun öffnet enthält alle Stoffe, die in der Datenbank zur Verfügung stehen unter Berücksichtigung möglicher zuvor eingegebener Suchkriterien, auf die in Kapitel 5.2.1 eingegangen wird (Abb. PUROLIT- 2).

Das leere Feld unter dem Text „Bezeichnung:“ wird bezeichnet als Eingabezeile. Geben Sie das Zeichen *„C“* ohne die Hochkommata in die Eingabezeile ein. Die Liste verschiebt sich nun so, daß die mit *„C“* beginnenden Stoffe zu sehen sind.

Bei Eingabe von *„Car“* sind alle vorhandenen Stoffe sichtbar die mit diesen drei Buchstaben beginnen. Falls Ihre Datenbank *Carbonat* enthält, können Sie dieses nun auswählen und sich die Detailspezifikation des Stoffes ansehen. Finden Sie jedoch *Carbonat* nicht, enthält Ihre Datenbank diesen Stoff nicht. In diesem Fall müßten Sie ihn bei Bedarf erst anlegen.

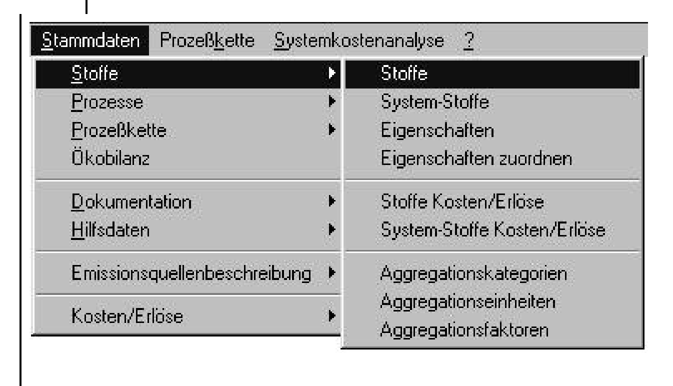


Abb. PUROLIT- 1 Untermenüs von STAMMDATEN

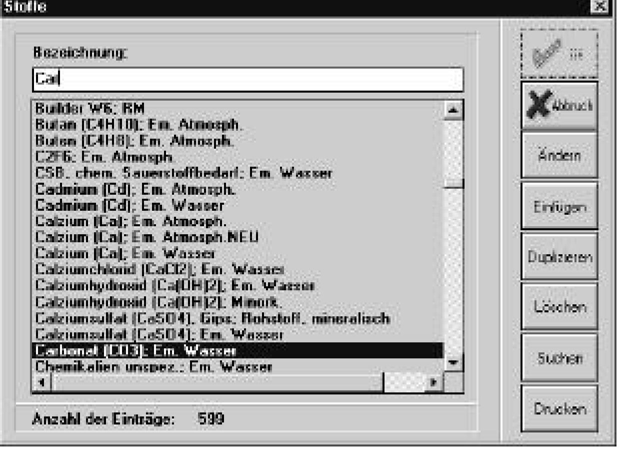
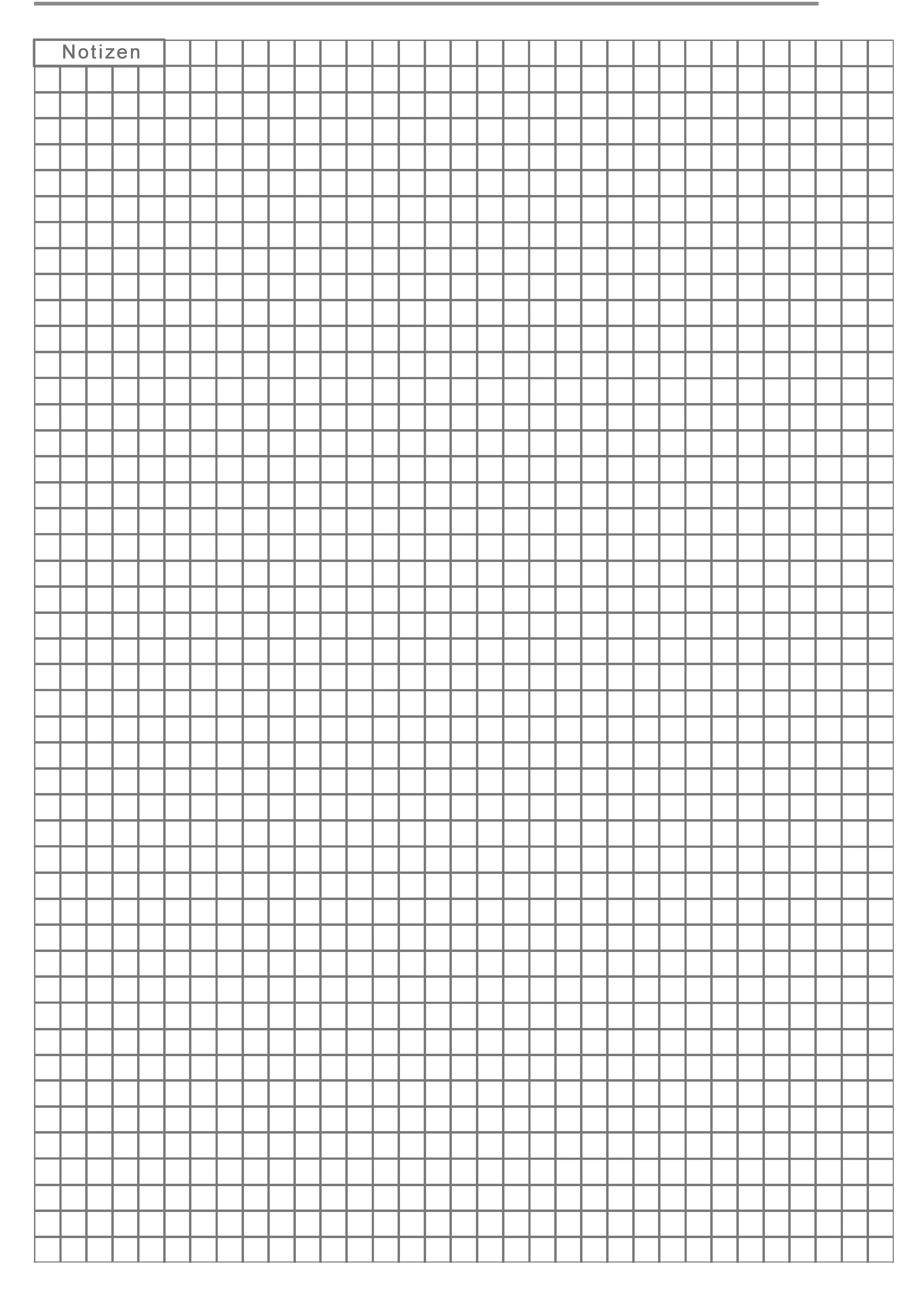


Abb. PUROLIT- 2 Listenfeld für das Datenobjekt STOFFE


Notizen

5.2 Ändern von Datenbankinhalten

Zur Erstellung von Bilanzen für Technische Verfahren können Sie die vorhandenen Daten in der Datenbank nutzen, Sie können Daten zu weiteren Stoffen, Prozessen und Prozeßketten eingeben oder vorhandene Daten abändern und nach Ihren Vorstellungen und Bedürfnissen anpassen. Das Vorgehen hierzu wird Ihnen in den folgenden Abschnitten schrittweise erklärt.

5.2.1 Eingeben und Ändern von Stoffen

Im Beispiel am Ende von Kapitel 5.1 wurde bereits die einfachste Möglichkeit des Datenzugriffs - die Suche nach einem Stoff - kurz beschrieben. Wie in Abb. PUROLIT- 2 zu sehen ist, gibt es aber noch eine ganze Reihe weiterer Möglichkeiten auf die Stoffdaten zuzugreifen und sie zu verändern. Wenn z.B. durch Anklicken in der Liste ein Stoff ausgewählt wird, erscheinen am rechten Rand des Auswahlfensters Schalter mit folgenden Aufschriften: <Abbruch>, <Ändern>, <Einfügen>, <Duplizieren>, <Löschen>, <Suchen>, <Drucken> und <OK>. Die Benutzung der Auswahlschalter wird nun im einzelnen erklärt.

<Abbruch>

Mit dem Schalter beenden Sie die Datenmanipulation und kehren ins Hauptfenster von PUROLIT zurück.

<Ändern>

Wird der Schalter <Ändern> betätigt, erscheint ein weiteres Fenster (Abb. PUROLIT- 3), in dem die Detailspezifikation des ausgewählten Stoffes zugänglich werden. Diese Spezifikation kann nun geändert werden. Mit <OK> werden Änderungen bestätigt, während mit <Abbruch> die Änderungen verworfen werden.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Einträge zu definieren bzw. zu ändern. Entweder Sie geben Ihre Änderung von Hand direkt ein oder Sie wählen, wo möglich, aus einer Auswahlliste die passende Beschreibung. Betätigen Sie den Listenfeldschalter, erscheint eine Liste von vorgegebenen Auswahlmöglichkeiten. Sie können aber auch selbst einen Begriff eingeben. Existiert das von Ihnen eingegebene Datenelement in der Auswahlliste nicht, werden Sie gefragt, ob es angelegt werden soll.

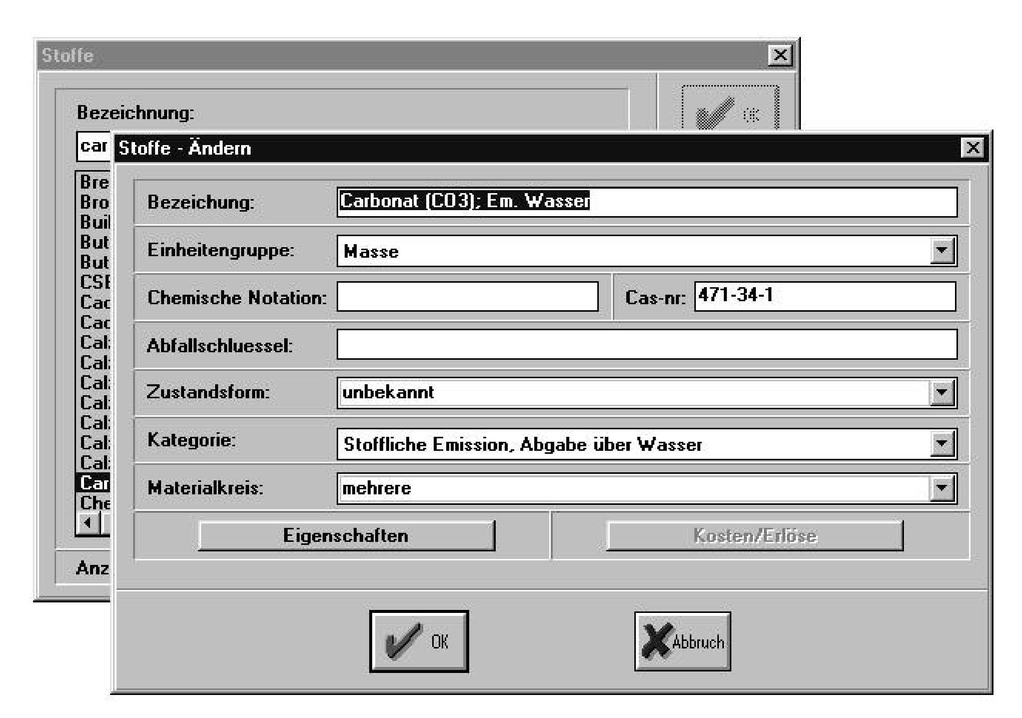


Abb. PUROLIT- 3 Das Fenster STOFFE - ÄNDERN

Hinweis:

Die Felder „Einheitengruppe“ und „Kategorie“ bei Stoffen lassen sich nicht verändern!

Erklärung zum Datenfeld „Einheitengruppe“

Die Dateneingabe zu Prozessen stützt sich auf die Stoffdefinitionen, denn mit Hilfe der definierten Stoff- und Energiegrößen werden die Stoff- und Energie-Inputs/Outputs der Prozesse beschrieben. Die Sachbilanz summiert über alle Stoff- und Energieflüsse aller Prozesse in einer Prozeßkette. Hierzu müssen aber die Einzelströme in eine gemeinsame Standardeinheit zusammengefaßt werden können. Eine Mengenangabe für Holz in Masse (*kg*) kann nicht eindeutig mit einer anderen Mengenangabe für Holz in Metern (im Fall von Brettware) oder in Volumina (*m³*) zusammengefaßt werden.

Daher führt das Programm den Nutzer dazu, daß für jeden einzelnen Stoff eine eindeutige Einheitenkategorie definiert wird (in obigem Beispiel: Masse) und steuert automatisch, daß alle Mengenangaben zu diesem Stoff in sämtlichen betroffenen Prozessen in *„kg“, „Gramm“, „Tonnen“,* etc. erfolgen. Dadurch wird der Nutzer entlastet, denn das Programm überwacht, daß die Angaben zu den Stoff- und Energieflüssen konsistent sind und stellt sicher, daß diese getroffenen Festlegungen nachträglich nicht mehr geändert werden dürfen.

<Einfügen>

Dieser Befehl ermöglicht es Ihnen einen neuen Stoff in die Datenbank einzugeben. Klicken Sie die Befehlsschaltfläche <Einfügen> an. Es erscheint dasselbe Fenster, wie beim Befehl <Ändern> (Abb. PUROLIT- 3), allerdings ohne jegliche Einträge bei den Datenfeldern in der Bildschirmmaske, außer einem *„?“* im Feld Bezeichnung.

Sie können nun Werte in die einzelnen Felder eintragen und so den neuen Stoff spezifizieren. Einige Angaben sind zwingend erforderlich, andere sind optional. Wenn Sie nicht wissen welche Eingaben Sie mindestens machen müssen, um einen neuen Stoff zur Datenbank hinzufügen zu können, geben Sie zunächst nur den Namen ein. Das Programm gibt Ihnen Hinweise, welche weiteren Angaben noch nötig sind. Sie werden in Form von Systemmeldungen auf die fehlenden Eingaben hingewiesen. Nach Bestätigung der Programmeldung wird gleich das entsprechende Eingabefeld aktiviert. Nach Eingabe aller erforderlichen Datenwerte können Sie mit dem Befehl <OK> die Eingabe beenden.

Das Programm zeigt wieder die Auswahlliste zu den Stoffen. In dieser Liste ist nun auch der neu angelegte Stoff zu finden. Mit <Abbruch> kehren Sie wieder ins Hauptfenster von PUROLIT zurück.

<Duplizieren>

Duplizieren ermöglicht Ihnen, ein vorhandenes Element zu kopieren. Das kann hilfreich sein, wenn Sie einen ganz ähnlichen Stoff, wie einen bereits vorhandenen, eingeben wollen. Statt alle Eingaben von Neuem zu machen, kopieren Sie den entsprechenden Stoff mit Hilfe des Schalters <Duplizieren> und ändern dann nur die Attribute, die Sie ändern wollen.

In jedem Fall müssen Sie dem duplizierten Element einen neuen Namen geben, denn das System wacht darüber, daß jeder Stoffname nur einmal vorkommt!

<Löschen>

Um einen Stoff aus Ihrer Datenbank zu löschen, verwenden Sie den Schalter <Löschen>. PUROLIT überwacht, daß Sie keine Stoffdefinition löschen für einen Stoff, der noch in einer Prozeßkette oder in einem Prozeß vorkommt. Das System überwacht solche Beziehungen zwischen Objekten und schützt Sie vor Aktionen, die zu inkonsistenten Datenbeschreibungen führen würden.

<Suchen>

Neben der Möglichkeit, einen existierenden Stoff über das Eingabefeld der „Bezeichnung“ zu finden oder den Scrollbalken am rechten Rand der Datenliste zu verwenden, gibt es mit dem Schalter <Suchen> einen wesentlich mächtigeren Mechanismus zur Datenrecherche. Sie können damit in der Datenbank Datenelemente über nahezu alle Attribute von Datenobjekten suchen.

Aktivieren Sie den Schalter <Suchen>, so öffnet sich dasselbe Fenster, wie bei <Ändern> oder <Eingabe>, allerdings ohne jegliche Einträge.

Prinzip der Suche ist, daß alle Einträge, die Sie hier vornehmen, die Suche eingrenzen. Sie können so gezielt nach Datenelementen suchen, welche spezielle, von Ihnen gewünschte Eigenschaften besitzen.



Tip:

Sie können bei der Suche auch Jokerzeichen (auch Wildcard genannt) verwenden. Als Jokerzeichen dient das Prozentzeichen: *„%“*. Es ersetzt bei einer Suche beliebig viele andere Zeichen. Suchen Sie beispielsweise im Bezeichnungsfeld nach *„%ziu%“,* erhalten Sie eine Liste aller Datenelemente in deren Namen diese Zeichenfolge enthalten ist, wie beispielsweise Cal**ziu**m oder Sili**ziu**m.

Sie werden jetzt allerdings feststellen, daß alle anderen Elemente in der Liste verschwunden sind. Um wieder die Liste alle Elemente zu erhalten, gehen Sie wie folgt vor: Starten Sie nochmals die Suche mit dem gleichnamigen Schalter. Das Fenster öffnet sich und enthält keinerlei Einträge. Wenn Sie nun mit <OK> bestätigen, so führen Sie Ihre Suche nach Datenelementen ohne jegliche Einschränkung aus. Ergebnis: Sie erhalten die Liste mit allen Datenelementen, die in der Datenbank zu finden sind.

<Drucken>

Mit dem Schalter **<Drucken>** können Sie Daten auf einen Drucker ausgeben. Es ist oftmals notwendig, Dateninhalte zu dokumentieren oder Ausdrucke als Arbeitshilfsmittel zur Datenerhebung und Datenaufbereitung zu haben. Das Programm enthält mehrere Routinen zur Generierung von Datenlisten und zum Ausdruck auf Ihren jeweiligen Drucker.

Das System greift dabei auf Ihre installierten Windows-Systemeinstellungen zu den installierten Druckern und auf deren Druckertreiber zu. Sie müssen also einen Drucker installiert haben, wenn Sie ausdrucken wollen!

Zum Ausdrucken eines Dokumentes sind mehrere Schritte nötig: Zunächst wählen Sie, welche Datenelemente Sie ausdrucken möchten; dann wählen Sie einen Listen-Typ für die Darstellung der gewünschten Dateninhalte; schließlich können Sie das Dokument vor dem Ausdruck auf Ihrem Bildschirm betrachten und so ggf. einzelne Seiten oder Abschnitte zum Ausdruck auswählen. Im folgenden werden diese Schritte im einzelnen vorgestellt.

Auswahl der gewünschten Datenelemente

- Wenn Sie den Befehl <Drucken> wählen öffnet sich ein neues Fenster, das **„Druckfenster“**, welches dieselbe Liste enthält, wie das Fenster von dem aus sie den Befehl angewählt haben.[1] Wenn Sie nun aus dieser aktuellen Liste nicht alle Stoffe drucken wollen, haben Sie im Drucken-Fenster nochmals die Möglichkeit die gewünschten Datenelemente zu markieren.
- Klicken Sie den oder die entsprechenden Stoffe an **und markieren Sie so ihre Auswahl**. Halten Sie beim Anklicken eines zweiten Elements die UMSCHALT-Taste gedrückt, werden Ihnen automatisch auch alle dazwischen liegenden Datenelemente markiert. Drücken Sie statt dessen die STRG-Taste können Sie einzelne Elemente auswählen, ohne daß Ihnen die vorigen Markierungen verloren gehen. Halten Sie jedoch keine Taste gedrückt, wählen Sie gezielt nur dieses eine Element aus.

Auswahl des Listen-Typs

- Nachdem Sie Ihre Auswahl getroffen haben, können Sie im **Feld „Typ“** unterschiedliche Typen von Listen auswählen. Zu Beginn empfiehlt sich der Typ „Stoffe (Standard)“.

Ansehen und Ausdrucken des gewünschten Dokuments

- Wenn Sie mit **<OK>** bestätigen, generiert das Programm ein Dokument, in dem für alle vorher markierten Datenelemente je nach Typ ausgewählte Informationen dargestellt werden. Das Dokument wird am Bildschirm angezeigt. Mit den Scrollbalken können Sie die Druckseite auf- und ab, sowie nach rechts und nach links bewegen, um alle dargestellten Inhalte betrachten zu können.
- Unter dem **Menüpunkt REPORT** finden Sie Befehle mit denen Sie in Ihrem Druckdokument vor und zurück blättern können. Auch der Befehl zum Ausdruck auf Ihrem Drucker findet sich unter diesem Menübefehl. Wählen Sie diesen **Menüpunkt REPORT - DRUCKEN** aus, wird der Druckjob ausgeführt.

Drucken beenden

- Mit dem Untermenüpunkt **BEENDEN** schließen Sie dann die Druckansicht.

[1] Das bedeutet insbesondere, daß nur die von Ihnen über Suchkriterien herausgefilterten Stoffe auch in der Liste erscheinen. Damit können Sie sich individuelle Teil-Listen definieren. Haben Sie keine Suchkriterien angegeben, befinden sich alle Stoffe in der Liste ansonsten arbeiten Sie mit einer reduzierten Liste.

5.2.2 Spezielle Eingabehilfen

PUROLIT stellt für die Änderungen in den Bearbeitungsfenstern ein Kontextmenü zur Verfügung. Dieses praktische Hilfsmittel vereinfacht die Eingabe von Daten durch eine Auswahl an vordefinierten Hilfsroutinen. Abb. PUROLIT- 4 zeigt ein Beispiel-Kontextmenü. Um das Kontextmenü zu erhalten führen Sie den Mauszeiger zum gewünschten Eingabefeld und betätigen Sie die rechte Maustaste.

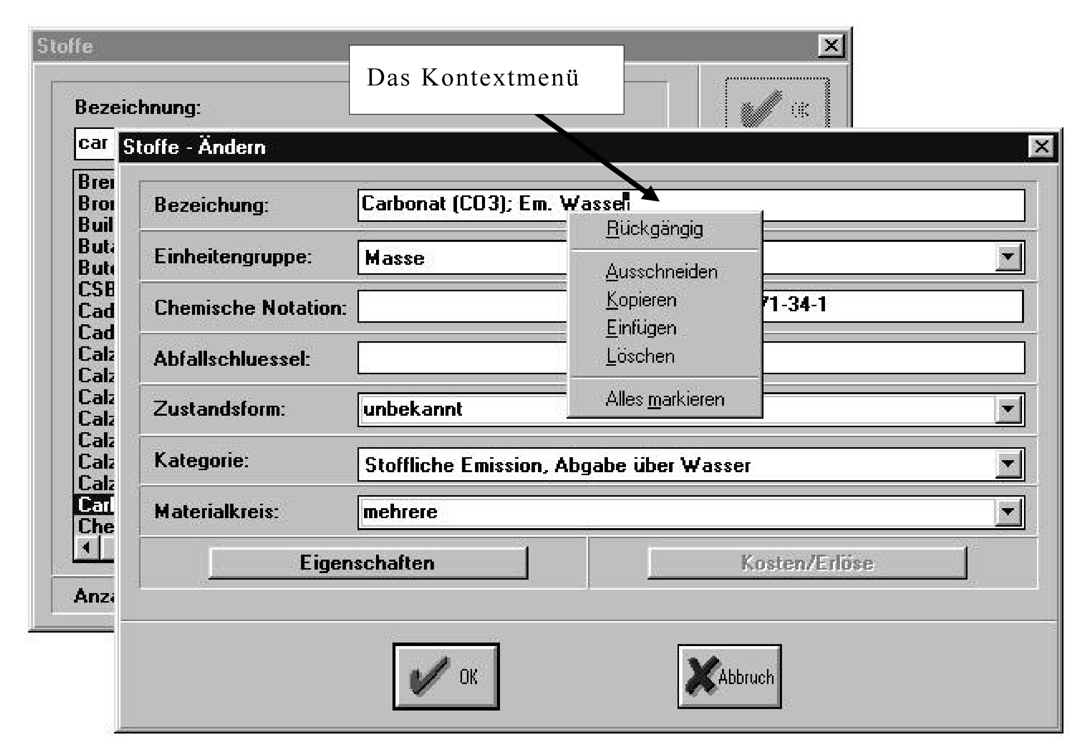
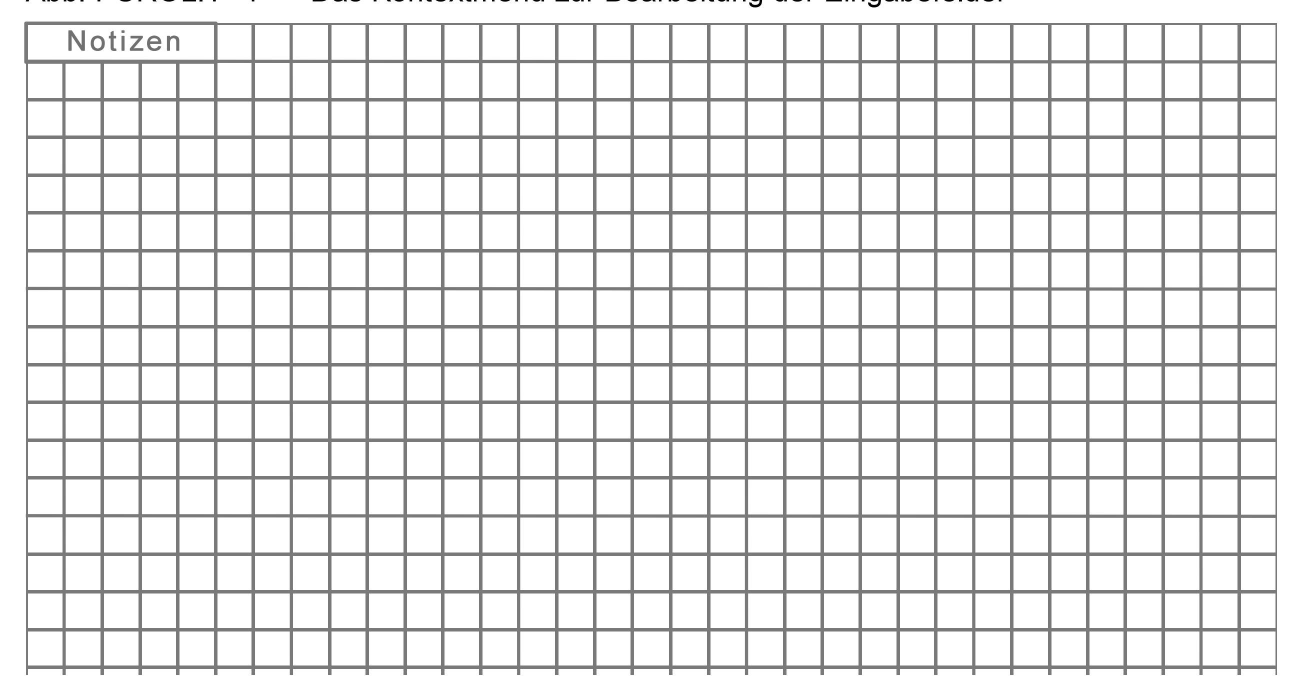


Abb. PUROLIT- 4 Das Kontextmenü zur Bearbeitung der Eingabefelder



5.2.3 Eingeben und Ändern von Prozessen

5.2.3.1 Zugang zur Liste der Prozesse und den Befehlen zur Datenmanipulation

Ein Prozeß beschreibt die Vorgänge, die innerhalb der Grenzen des definierten Moduls ablaufen. Er setzt sich im wesentlichen aus den in Kapitel 5.2.1 beschriebenen Stoffen, die als Input- und Outputströme in dem jeweiligen Prozeß auftreten und einer ausführlichen Dokumentation zusammen.

Genau wie die Datenelemente STOFFE können auch PROZESSE bearbeitet, erstellt, kopiert oder ausgedruckt werden. Eine detaillierte Suche im Sinne einer Recherche ist selbstverständlich auch möglich.

Wenn Sie den Menübefehl

➲ STAMMDATEN

anwählen, finden Sie im sich öffnenden Pulldown-Menü direkt unterhalb von STOFFEden Begriff

➲ PROZESSE.

Wird dieser angewählt, erscheint ebenso wie beim bereits beschriebenen Befehl STOFFE, ein weiteres Untermenü. Der erste Befehl lautet wiederum

➲ PROZESSE

Abb. PUROLIT- 5 zeigt die Pulldown-Menüs für die Menüfolge STAMMDATEN – PROZESSE - PROZESSE.

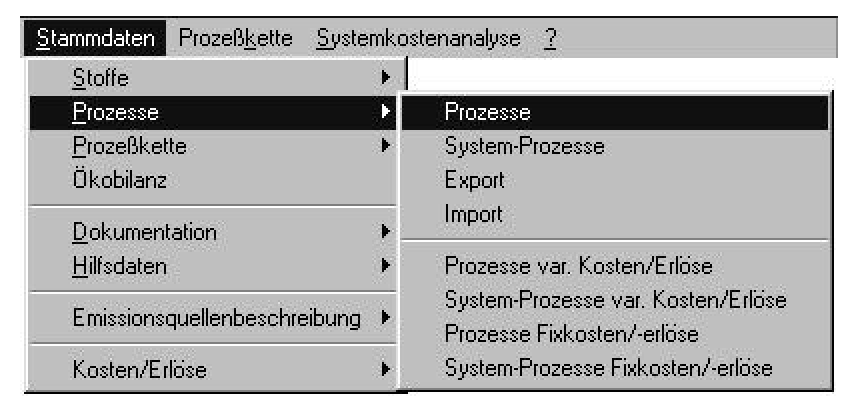


Abb. PUROLIT- 5 Pulldown-Menüs zum Datenobjekt PROZESSE

Bei Auswahl von Menüfolge STAMMDATEN – PROZESSE - PROZESSE öffnet sich das **Prozeß-Listenfenster** analog demjenigen, das wir bereits von Menüfolge STAMMDATEN – STOFFE - STOFFE her kennen. Analog werden auch hier die gleichen Funktionen zur Arbeit mit Prozeßdaten-Elementen angeboten: das Listenfenster verfügt ebenfalls über die Schalter

- **<Ändern>** die Datenelemente ansehen und ändern,
- **<Einfügen>** neue Datenelemente einfügen,
- **<Duplizieren>** bestehende Datenelemente duplizieren (= kopieren und in variierter/spezialisierter Form speichern)
- **<Löschen>** bestehende Datenelemente löschen
- **<Suchen>** nach Datenelementen in der Datenbank suchen und
- **<Drucken>** Dokumentations- und Arbeitslisten zu den Datenelementen drucken.

Ihre prinzipielle Verwendung entspricht genau derjenigen, die im Kapitel 5.2.1 „Eingeben und Ändern von Stoffen“ beschrieben ist. Der wesentliche Unterschied besteht aber in der Datenmaske, die sich nach Aktivierung einer Befehlsschaltfläche öffnet.

5.2.3.2 Die Prozeß-Dokumentation

Wird ausgehend vom Listenfenster für Prozesse eine der Befehlsschaltflächen betätigt, öffnet sich das erste Bearbeitungsfenster für Prozesse: **das Prozeß-Dokumentationsfenster**. Abb. PUROLIT- 6 zeigt dieses Fenster so wie es zu sehen ist, nachdem der Schalter <Einfügen> betätigt wurde.

Die Eingabefelder im Prozeß-Dokumentationsfenster dienen in erster Linie einer gründlichen Dokumentation der Datenherkunft und Prozeßbeschreibung, die für ein effizientes Arbeiten von besonderer Bedeutung ist. In die einzelnen Datenfelder können Sie je nach Datentyp Zahlenwerte, Bezeichnungen (Worte) und Texte eintragen. Zusätzlich können in einigen Datenfeldern Eintragungen mit Hilfe von Auswahllisten vorgenommen werden, die Sie durch Anklicken des Pfeilsymbols rechts neben dem jeweiligen Feld erreichen. Wenn Sie sich nicht sicher sind, welche Felder Sie zwingend ausfüllen müssen und welche Sie frei lassen können, probieren Sie einfach den Prozeß mit <OK> anzulegen. Das System meldet Ihnen, welche Angaben zwingend benötigt werden.

Eine genaue Erklärung zur Bedeutung und zu den Inhalten der einzelnen Datenfelder wird auf den folgenden Seiten gegeben.

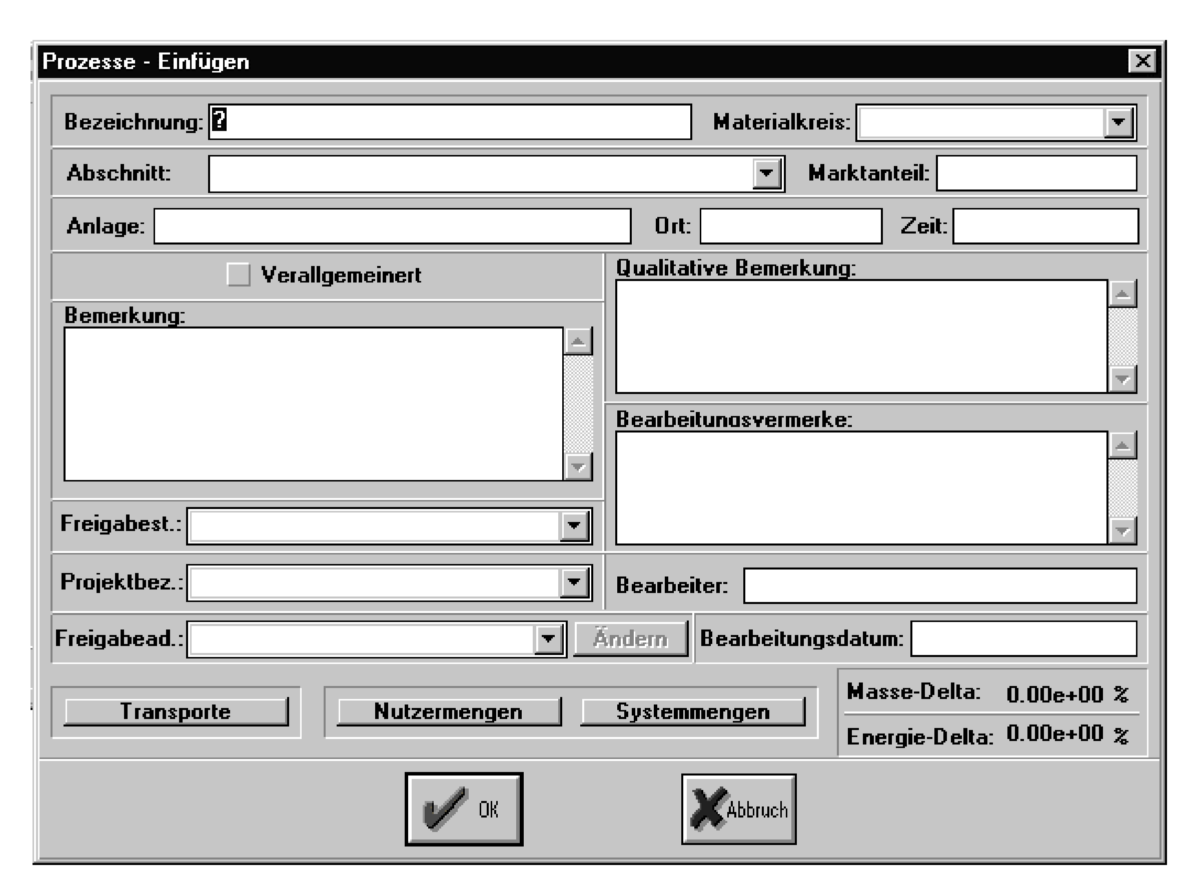


Abb. PUROLIT- 6 Das Prozeß-Dokumentationsfenster

Hinweis:

Die Eingabefelder und deren Bedeutung sind für das weitere Vorgehen und eine korrekte Datendokumentation sehr wichtig. Bitte beachten Sie die Erläuterungen auf den folgenden Seiten.

Die Datenfelder des Prozeß-Dokumentationsfensters:

Bezeichnung

Hier wird der Name des Prozesses festgelegt. Dieser muß eindeutig sein, d.h. keine zwei Prozesse können einen identischen Namen tragen. Es empfiehlt sich, hierbei nach einer Nomenklatur vorzugehen, die den Konventionen zur Benennung von Prozessen in der vorliegenden Datenbank folgt und ggf. individuell angepaßt und erweitert werden kann.

Materialkreis

Die Zuordnung eines Prozesses zu einem Materialkreis dient insbesondere der späteren Datenrecherche zu bestimmten Materialien und der Detailspezifikation:



Der Prozeß mit der Bezeichnung *'Schrottaufbereitung'*, Materialkreis Beispiel: *'Aluminium'* ordnet diesen Prozeß genauer ein. Der Nutzer weiß damit, daß er diesen Prozeß nicht im Zusammenhang mit dem Weißblech-Recycling verwenden kann.

Abschnitt

Im Feld „Abschnitt“ wird der Prozeß einem Abschnitt eines Produktlebensweges oder einer Prozeßkette zugeordnet



Beispiel*: „Energiebereitstellung“, „Herstellung“, „Transport“,* etc.). So weiß der Nutzer, wo das Modul in seinem Flußplan einzuordnen ist. Darüber hinaus steuert die Zuordnung eines Abschnittes die Zugehörigkeit des Prozesses zu genau einem der definierten Teilbilanzräume.

Marktanteil

Gibt es für ein Produkt oder Material mehrere Herstellungs- bzw. Verarbeitungsprozesse und die ökologische Fragestellung verlangt, daß der gesamte Markt abgebildet wird, dann kann hier eingetragen werden, welchen Marktanteil dieser spezielle Prozeß an allen üblichen Verfahren hat.

Anlage

In diesem Feld kann eine kurze Bezeichnung der technischen Anlage hinterlegt werden



Beispiel: *„biologische Abwasserreinigungsanlage“*.

Ähnlich wie das Feld „Materialkreis“ dient dieses Feld insbesondere für spätere Datenrecherchen zu bestimmten Modulbereichen: Sucht man nach bestimmten Prozeßdaten in der Datenbank, so kann man unter anderem eben auch nach Prozessen eines bestimmten Anlagen-Typs suchen, z.B. mit *„biol%Abwasser%“,* und erhält so einfach und schnell einen Überblick, welche Daten zu einem gesuchten Thema in der Datenbank bereits vorliegen.

Verallgemeinert

Dieses Feld spezifiziert, ob der Datensatz des Moduls verallgemeinerte Daten enthält oder ob hier ganz spezifische Daten enthalten sind, die ggf. sogar gemäß spezieller, fragestellungsbezogener methodischer Festlegungen ermittelt oder erhoben wurden. Wird das Kontrollkästchen aktiviert, handelt es sich um einen verallgemeinerten Datensatz, andernfalls wird ein spezieller Datensatz angenommen.

Beispiel: ein verallgemeinerter Datensatz ist z.B. das Modul für die Rohölförderung gemäß dem Rohölmix in Rotterdam



Ort/Zeit

Hier wird der Raum-/Zeitbezug des Moduls dokumentiert. Stellt der Prozeß beispielsweise einen ganz speziellen Vorgang bei einem definierten Industrieunternehmen dar und ist somit nicht auf andere Standorte übertragbar, dann muß hier ein Eintrag erfolgen

Beispiel: *„Buxtehude, 1998“* .



Bemerkung

Im Eingabefeld „Bemerkung“ werden allgemeine Angaben zum Prozeß und den vorgenommenen Einstellungen gemacht. Zusätzlich wird hier der Prozeß technisch beschrieben und es wird dokumentiert, welche Prozeßschritte das Modul umfaßt.

Beispiel: Angaben zu Prozeßparametern (z.B. Wirkungsgrad, Trennfaktoren, etc.) und Angabe zu den Modulgrenzen (z.B. *„incl. Abwasserbehandlung“* oder *„ohne Fördereinrichtungen“*).



Qualitative Bemerkung

In diesem Feld werden Angaben hinterlegt zu Stoff- und Energieströmen, die am Prozeß auftreten, die jedoch nicht quantifiziert werden können. Gründe hierfür können z.B. sein, daß diese Stoffströme nicht gemessen wurden oder daß sie unter einer Nachweisgrenze liegen.

Ein Beispiel hierfür ist *„starke Geruchsbelastung“* oder *„Angaben zu Stickoxiden fehlen“*, etc.



Bearbeitungsvermerke

Die hier eingegebenen Vermerke dienen der internen Verwendung innerhalb des Bearbeitungsteams. Hier können vertrauliche Informationen hinterlegt werden, wie verwendete Umrechnungsfaktoren oder Kompromisse bei der Eingabe. Mit PUROLIT können Datenprotokolle erzeugt und gedruckt werden, die diese Informationen nicht ausweisen.

Bearbeiter

In dieses Feld wird der Name des Bearbeiters eingegeben. So ist immer nachvollziehbar, wer den Prozeß erstellt und eingegeben hat und an wen man sich bei Fragen zu den Prozeßdaten wenden kann.

Freigabestatus

Der Freigabestatus gibt Auskunft über die Vertraulichkeitsstufe im Bezug auf die Verwendung und Veröffentlichung der Prozeßdaten.

Freigabeadresse

Falls im Bezug auf die Verwendung oder Veröffentlichung der Prozeßdaten Vertraulichkeitsabsprachen mit dem Datenlieferanten zu berücksichtigen sind, wird hier hinterlegt, bei wem nachzufragen ist, bevor die Daten verwendet oder weitergegeben werden dürfen.

Projektbezeichnung

Ist ein Datensatz im Zusammenhang mit einem speziellen Bilanzprojekt erarbeitet worden, so wird dies im Feld „Projektbezeichnung" vermerkt. Bei der Verwendung eines solchen Datensatzes für andere, individuelle Fragestellungen wird damit ein Hinweis gegeben, unter welchen Prämissen das Modul definiert wurde, so daß geprüft werden kann, ob ggf. Anpassungen an die Randbedingungen der neuen Fragestellung nötig sind.

Bearbeitungsdatum

Für eine umfassende Dokumentation eines Prozesses ist das Datum seiner Erstellung notwendig. Wird die Prozeßdokumentation zu einem späteren Zeitpunkt überarbeitet und verändert, so sollte hier das Datum dieser Überarbeitung eingetragen werden. Damit erhält man eine effektive Möglichkeit um zu einem späteren Zeitpunkt den Aktualisierungsbedarf von Prozeßdaten zu prüfen.

Masse-Delta

Das System errechnet selbsttätig die Differenz aller massebehafteten Inputströme zu den massebehafteten Outputströmen.

Massebehaftete Stoffströme sind entweder Stoffe, deren Standardeinheit *„Masse"* ist oder Stoffe, für die ein Umrechnungsfaktor zwischen ihrer Standardeinheit und einer Masse-Einheit festgelegt wurde, beispielsweise *„Wasser"* in *„Volumeneinheiten"* mit der Dichte-Spezifikation *„1000 kg/m³"*.

Energie-Delta

Die Berechnung des Energie-Delta verläuft analog zur Berechnung des Masse-Delta, nur bezogen auf die Energie-Einheit.

5.2.3.3 Die Input/Output-Ströme von Prozessen

Mit dem Ausfüllen der Dokumentationsfelder im ersten Bildschirmfenster ist der Prozeß umfassend textlich beschrieben. Nun können über die Befehlsschaltfläche **<Nutzermengen>** die Stoff- und Energieflüsse als Input in das Modul bzw. als Output aus dem Modul beschrieben und mit Zahlen belegt werden.

Wird der Schalter <Nutzermengen> betätigt, öffnet sich ein weiteres Fenster, **die Prozeß-Nutzermengenliste**, welche tabellarisch alle vorhandenen, vom Nutzer eingetragenen Stoffmengen des zugehörigen Prozesses darstellt. Bei Eingabe eines neuen Prozesses sind noch keine Stoff-/Energiemengen erfaßt, so daß ein leeres Fenster wie in Abb. PUROLIT- 7 erscheint.

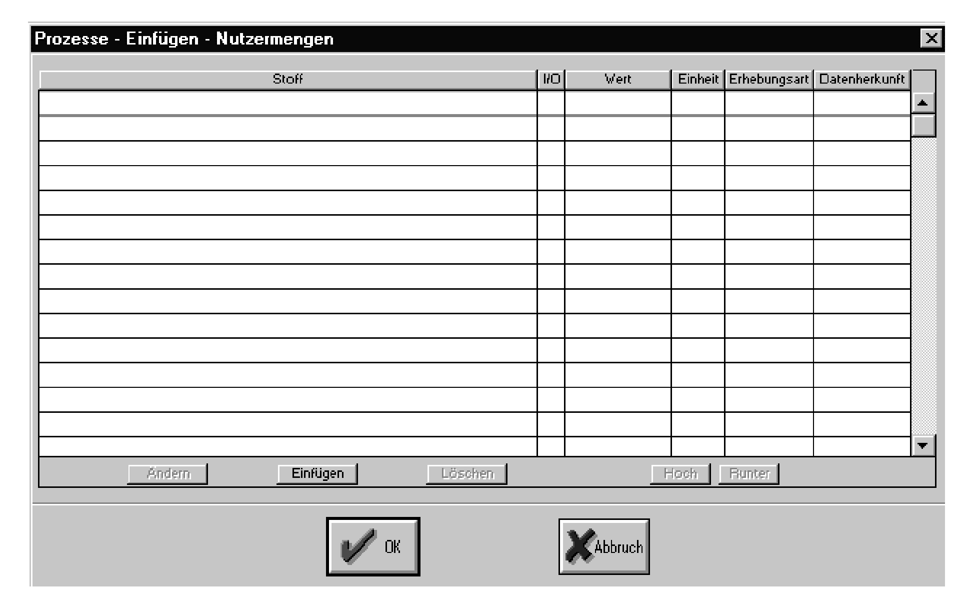
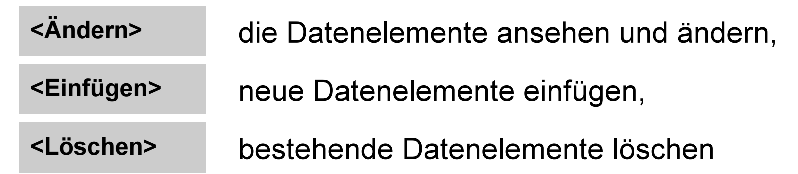


Abb. PUROLIT- 7 Die Prozeß-Nutzermengenliste

In der ersten Tabellenspalte im Eingabefenster finden sich die Stoffe, die in dem jeweiligen Prozeß auftreten. Die zweite Spalte gibt an, ob der entsprechende Stoff als Input („I“) oder Output („O“) bei dem Prozeß vorliegt. Die Stoffmenge wird durch den „Wert“ und die „Einheit“ in der dritten Spalte bzw. vierten Spalte spezifiziert. Erhebungsart und Datenherkunft in Spalte 5 und 6 dienen wieder der näheren Beschreibung der Daten.

Die Nutzermengen lassen sich



<Ändern>	die Datenelemente ansehen und ändern,
<Einfügen>	neue Datenelemente einfügen,
<Löschen>	bestehende Datenelemente löschen

wie Sie es aus den bisher besprochenen Fenstern schon kennen. Die zugehörigen Befehlsschaltflächen sind in diesem Fenster unterhalb der Tabelle (statt rechts daneben) angeordnet.

Da im gezeigten Beispielfenster (Abb. PUROLIT- 7) noch keine NUTZERMENGEN eingetragen sind ist nur die **Befehlsschaltfläche <Einfügen>** aktiviert. Wird dieser Schalter betätigt, öffnet sich ein weiteres Fenster, **das Eingabefenster für Nutzermengen**, welches die Eingabe eines STOFFES in die NUTZERMENGEN ermöglicht (Abb. PUROLIT- 8).

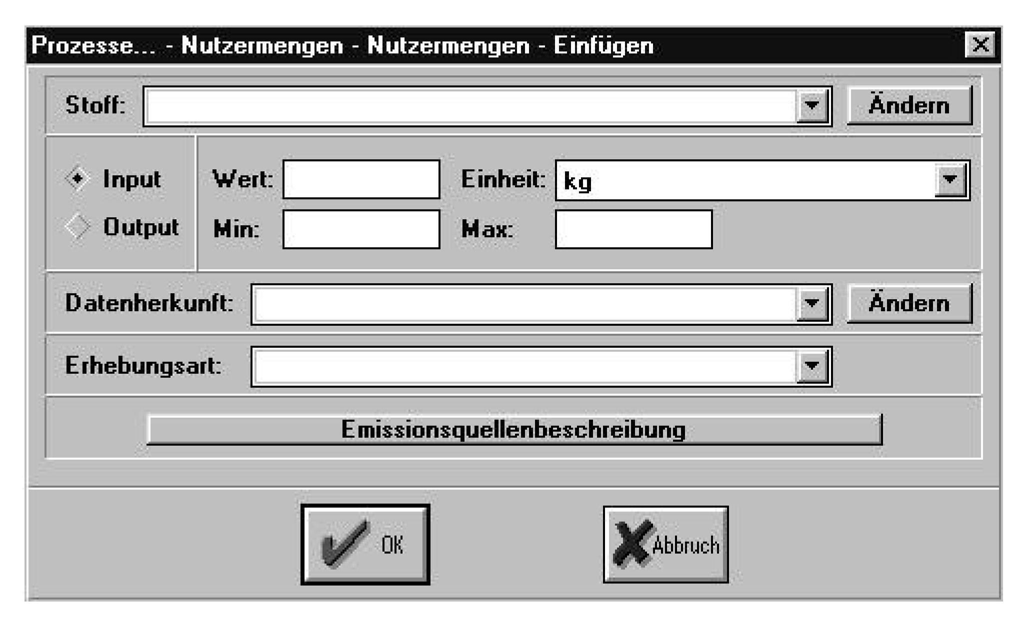


Abb. PUROLIT- 8 Das Eingabefenster für NUTZERMENGEN

Im ersten Eingabefeld wird der gewünschte Stoff aus der Datenbank gewählt. Drücken Sie den Listenfeldschalter ▼ und Sie sehen sämtliche in der Datenbank enthaltenen Stoffe aus der Sie Ihre Auswahl treffen können. Wenn der von Ihnen gewünschte Stoff nicht in der Datenbank zu finden ist, können Sie hier den entsprechenden Stoff auch neu anlegen. Geben Sie einen Namen für den Stoff ein, und Bestätigen Sie diese Eingabe mit RETURN. Eine Meldung erscheint und macht sie darauf aufmerksam, daß der von Ihnen eingegebene Stoff noch nicht existiert. Zugleich werden Sie gefragt, ob dieser Stoff angelegt werden soll. Bestätigen Sie diese Meldung mit <OK>, gelangen Sie direkt in das Eingabefenster für Stoffe (vgl. hierzu Kapitel 5.2.1).

In den nächsten Kontrollkästchen geben Sie an, ob der Stoff in Ihrem Prozeß als Input oder Output vorkommt, d.h. ob der entsprechende Stoffstrom in den Prozeß einfließt oder von ihm abgegeben wird.

Als Wert geben Sie den Zahlenwert der Stoffmenge ein, die in diesen Prozeß als Input bzw. Output vorkommt. Durch das Feld „Einheit“ ordnen Sie dem Zahlenwert die gewünschte Einheit zu. Hier haben Sie wieder die Möglichkeit aus einer Auswahlliste zu wählen. In den Feldern „Min.“ und „Max.“ können Sie zusätzlich einen Schwankungsbereich dokumentieren, falls zum eingegebenen Stoff ein solcher bekannt ist.



Hinweis:

Bei den Eingaben zu Input bzw. Output und der Stoffmenge aus „Wert“ und „Einheit“ sollte besondere Achtsamkeit geübt werden, da Sie sich direkt auf Ihre Bilanzergebnisse auswirken.



Die beiden folgenden Dokumentationsfelder „Datenherkunft“ und „Erhebungsart“ sind unbedingt auszufüllen; es stehen jeweils Auswahllisten zur Verfügung.

Für das Feld „Datenherkunft“ steht eine Befehlsschaltfläche <Ändern> zur Verfügung, bei deren Betätigung sich eine neue Eingabemaske öffnet. In dieser sind genaue Informationen zur Fundstelle, sowie Autoren und Stichworte dokumentiert. Das bestehende Datenelement kann in dieser Eingabemaske verändert werden.

Bei Eingabe einer neuen „Bezeichnung“ erkennt PUROLIT, daß es ein solches Datenelement noch nicht in der Datenbank gibt und startet einen Eingabedialog zur Definition einer neuen Datenherkunft (vgl. Kapitel 5.3).

Im Feld „Erhebungsart“ wird für jeden Datensatz spezifiziert, wie die Daten erhoben wurden. Beispieleinträge sind „Messung“, „Schätzung“ oder „Literatur“. Damit erlaubt dieses Feld eine Aussage zur Datenqualität für jeden Datensatz.



Übung:

Für das bessere Verständnis der oben beschriebenen Eingaben machen wir zum Schluß eine kleine Übung zur Eingabe eines Prozesses. Bei den folgenden Eingaben handelt es sich um „Spielwerte", die z.T. auch unrealistisch sind. Es soll hier kein Prozeß erzeugt werden, der in einer echten Bilanz Verwendung finden kann, sondern das Prinzip der Eingabe erläutert werden!

⇒ Wählen Sie aus dem Menü **STAMMDATEN – PROZESSE - PROZESSE**

⇒ Klicken Sie im Prozeß-Listenfenster auf **<Einfügen>**; das Prozeß-Dokumentationsfenster öffnet sich.

⇒ Geben Sie im nun im Feld **„Bezeichnung"** ein: ***„Kläranlage, Testbeispiel"***

⇒ Wählen Sie als **„Materialkreis"** das Attribut ***„Wasser"*** oder ggf. etwas ähnliches.

⇒ Als **„Abschnitt"** wählen Sie den Eintrag ***„Entsorgung RM: Aufbereitung"*** aus.

⇒ Machen Sie in allen weiteren Feldern Eingaben nach Ihren Vorstellungen, probieren Sie auch die Auswahllisten aus wo möglich.

⇒ Klicken Sie dann auf **<Nutzermengen>**.

⇒ Aktivieren Sie in der Prozeß-Nutzermengenliste den Schalter **<Einfügen>**; das Eingabefenster für Nutzermengen öffnet sich.

⇒ Wählen Sie als **„Stoff"** den Eintrag ***„Abwasser"*** oder etwas ähnliches aus der Datenbankliste

⇒ Aktivieren Sie **„Input"**

⇒ Geben Sie als **„Wert"** eine fiktive Zahl, beispielsweise ***„1000",*** ein

⇒ Als **„Einheit"** wählen Sie z.B. ***„m^3"***.

⇒ Wählen Sie für **„Datenherkunft"** den Eintrag ***„unbekannt"***; falls nicht vorhanden etwas ähnliches

⇒ Klicken Sie beim Feld „Datenherkunft" auch auf **<Ändern>** und sehen Sie sich das Fenster an, das sich öffnet.

⇒ Auch für **„Erhebungsart"** wählen Sie ***„unbekannt"***.

⇒ Bestätigen Sie dann Ihre Eingaben zu dieser Nutzermenge mit ***<OK>***; die Prozeß-Nutzermengenliste wird wieder angezeigt und Ihre Dateneingabe zur Nutzermenge *„Abwasser"* wird aufgelistet.

⇒ Betätigen Sie nun nochmals den Schalter ***<Einfügen>***, um einen weiteren Mengeneintrag vorzunehmen.

⇒ Wählen Sie diesmal als Stoff ***„Abwasser, gereinigt"***; oder suchen Sie sich etwas passendes aus der Datenbank

⇒ Geben Sie als **„Wert“** diesmal ***„900“*** ein oder ggf. eine andere Zahl, in jedem Falle aber ein geringeren Wert als für den zuvor eingetragenen Stoffstrom *„Abwasser“.*

⇒ Als **„Einheit“** wählen Sie wieder ***„m^3“***

⇒ Aktivieren Sie diesmal jedoch die Option **„Output“**

⇒ Bestätigen Sie mit ***<OK>***; die Prozeß-Nutzermengenliste wird wieder angezeigt und listet nun beide Mengeneinträge auf.

⇒ Falls Sie nachträglich an den Eintragungen zu diesen Input-/Output- Mengeneingaben etwas ändern wollen, können Sie das von der Prozeß-Nutzermengenliste aus mit dem Schalter **<Ändern>** - sehen Sie sich’s an.

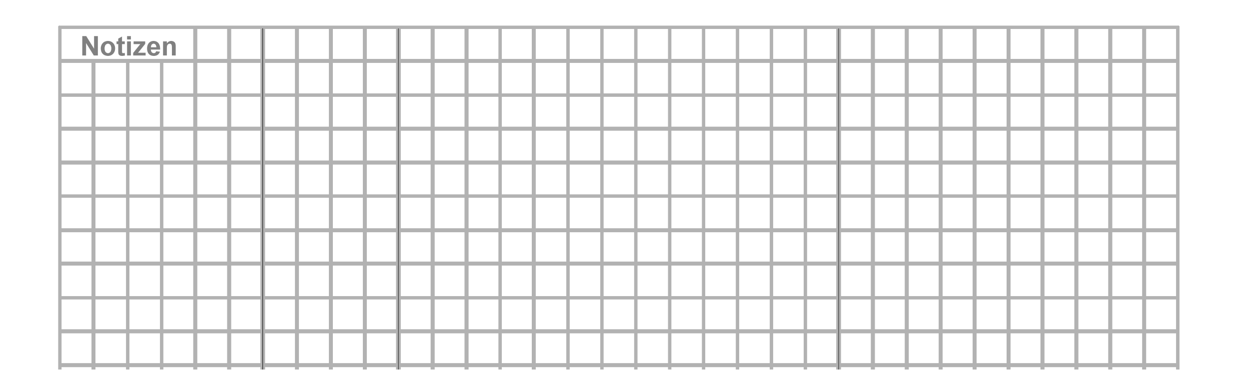
⇒ Bestätigen Sie alle Eingaben bzw. Änderungen zu Nutzermengeneinträgen mit **<OK>**.

⇒ Bestätigen Sie dann auch die Prozeß-Nutzermengenliste mit **<OK>**. Damit beenden Sie die Eingabe von Input-/Outputmengen und gelangen wieder zur Prozeß-Dokumentationsmaske.

⇒ Sehen Sie sich nun das Feld **„Masse-Delta“** an: es wird automatisch berechnet und angezeigt, wieviel Prozent die Outputmenge von der Inputmenge abweicht (in diesem Beispiel: -10.00 %)

⇒ Bestätigen Sie abschließend auch die Prozeß-Dokumentationsmaske mit **<OK>**; der neu erstellte Prozeß wird nun in der Datenbank abgelegt.

⇒ Vergewissern Sie sich im Prozeß-Listenfenster, daß der neue Prozeß ***„Kläranlage, Testbeispiel“*** mit aufgelistet wird.



5.2.3.4 Systemmengen

Systemmengen-Einträge werden nicht vom Nutzer vorgenommen, sondern sie werden vom EDV-System auf der Basis von Parameterspezifikationen berechnet und im zugehörigen Prozeß eingetragen. Zum Beispiel wird die Menge *an „Transport Frachtfahrt LKW 40t“* in [*tkm*] auf der Basis der Menge des zu transportierenden Stoffes, der Transportentfernung und des Transportmoduls berechnet (siehe unten).

Durch den Auswahlschalter Systemmengen (siehe Abb. PUROLIT- 6 Das Prozeß-Dokumentationsfenster) gelangen Sie in die Prozeß-Systemmengenliste. Aus dem oben dargestellten Grund können vom Nutzer keine Systemmengen eingefügt oder geändert werden; die zugehörigen Befehlsschaltflächen sind inaktiv.

5.2.3.5 Transporte

Vom Prozeß-Dokumentationsfenster aus (vgl. Abb. PUROLIT- 6) starten Sie mit der Befehlsschaltfläche **<Transporte>** die Dateneingabe zu Transportvorgängen. Die Software PUROLIT setzt auch hier die erarbeitete Methodik zur „Ganzheitlichen Bilanzierung von Reinigungs-/Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung“ um. Im zugehörigen Methodenpapier wird die Vorgehensweise zur Berechnung der Umweltlasten aus Transporten und die für diese Berechnung notwendigen Parameter im Detail definiert (vgl. Abschlußbericht zur Methodik, Kapitel A.1.2.4.4 und Abschlußbericht zu den Ergebnissen, Kapitel B.1.5).

Im Fenster zur Eingabe von Transporten starten Sie über die Befehlschaltfläche **<Einfügen>** die Eingabeprozedur. Zunächst Fragt PUROLIT nach der Art des Transports:

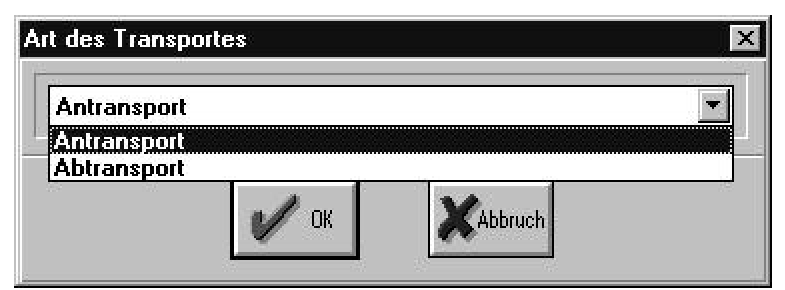


Abb. PUROLIT- 9 Das Eingabefenster zur Wahl der Transport-Art

PUROLIT unterscheidet zwei Arten von Transporten:

- Antransport und
- Abtransport.



Beachten Sie bei der Modellierung der Transporte die **Festlegungen für die Dateneingabe**, die im Rahmen der Methodenentwicklung zur „Ganzheitlichen Bilanzierung von Reinigungs-/Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung“ getroffen wurden. Eine Darstellung dieser Festlegungen finden Sie im Abschlußbericht zu den Ergebnissen, Kapitel B.1.5.1.

Im nächsten Eingabefenster (und seinen Unterfenstern) können Sie nun eintragen

- welcher Stoff bei diesem Transportvorgang transportiert wird. PUROLIT ermöglicht auch die Beschreibung von Transporten, bei denen mehrere Stoffe gleichzeitig an- und abtransportiert werden.
- Falls ein zu transportierender Stoff nicht mit der Standardeinheit Masse beschrieben wird (vgl. Kapitel 5.2.1, Hinweis zum Feld „Einheitengruppe“), fragt PUROLIT nach einem Umrechnungsfaktor (z.B. [kg] / [m³] oder [kg] / [Stück]).
- Sind für einen Stoff mehrere Transportoptionen zu beschreiben (z.B. 50% Antransport per Bahn, 50% Antransport per LKW), so kann dies über eine entsprechende Eingabe im Feld „Anteil“ spezifiziert werden.
- Das Transportmittel: PUROLIT bietet Ihnen hier eine Reihe von Standard-Transportmitteln an.
- Die Lademasse beim Transport: die Gesamtmasse aller zugeladenen Stoffe in [t]
- Die Transportentfernung (einfache Distanz).
- Fährt das Transportmittel wieder leer zum Ausgangsort zurück, so geht dieser Rücktransport auch zu Lasten des aktuellen Transportgutes. Markieren Sie in diesem Fall das Feld "Das Transportmittel fährt leer zurück“.

  Fährt das Transportmittel mit anderen Gütern zurück oder – im Fall eines Transports per Spedition – zu anderen Zielen weiter, dann löschen Sie das Häkchen bei Feld "Das Transportmittel fährt leer zurück“.

Prozesse - Ändern - Transporte - Einfügen

Welche Stoffe werden bei diesem Transport befördert?

Stoff	Anteil/%	Dichte	Masse Einheit	Stoff Einheit

Ändern Einfügen Löschen

Transportmittel:

Lademasse pro Transport: [t]

Transportentfernung: [km]

Das Transportmittel fährt leer zurück

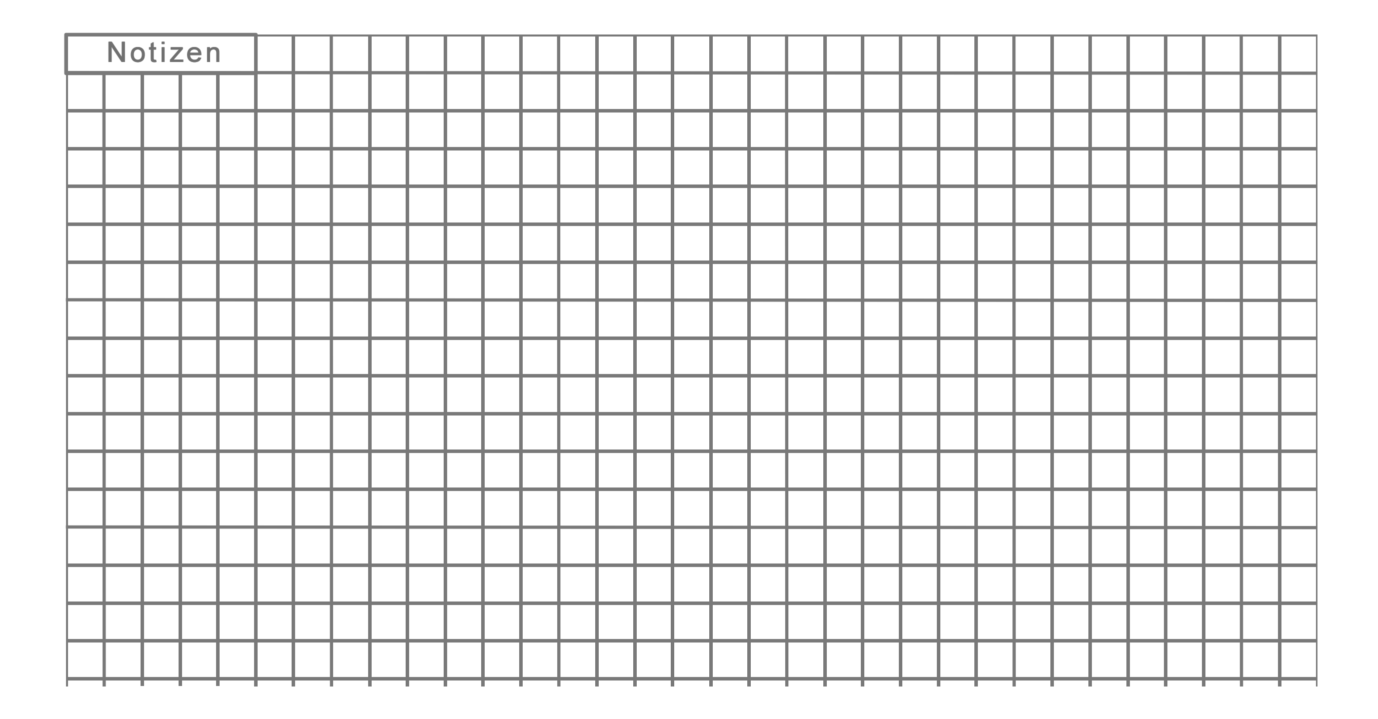
OK Abbruch

Abb. PUROLIT- 10 Das Eingabefenster für die Transportparameter.

Bestätigen Sie Ihre Eingaben jeweils mit <OK>, bis Sie wieder in der Prozeß-Dokumentationsmaske sind.

In PUROLIT sind die definierten Methodenregeln und Berechnungsalgorithmen zur Beschreibung von Transportvorgängen hinterlegt. Auf Basis dieses Wissens berechnet PUROLIT automatisch die nötigen Stoffstromeinträge in Tonnen-Kilometern [tkm] für den Frachtfahrtanteil und in [km] für den zugehörigen Leerfahrt-Anteil, und trägt diese Stoffströme bei den Systemmengen ein (siehe oben).

Falls Sie Fragen zu diesen Methodischen Hintergründen haben, finden Sie Informationen im Abschlußbericht des Projekts „Ganzheitliche Bilanzierung von Reinigungs-/Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung“, Abschlußbericht zur Methodik, Kapitel A.1.2.4.4.



5.3 Die hierarchische Datenstruktur

Wie wir in den vorangegangenen Kapiteln gesehen haben, ergeben sich mit fast jedem neu geöffneten Fenster weitere Auswahlmöglichkeiten, die wiederum zu neuen Fenstern führen:

Um eine ausführliche, umfassende Prozeßdokumentation in der Software zu etablieren, ist für das Datenobjekt PROZESS diese hierarchische Datenstruktur mit mehreren Dokumentations-Komponenten im Programm und in der Datenbank aufgebaut worden.

Bei der Eingabe von NUTZERMENGEN ist jederzeit der Zugriff auf STOFFE zusammen mit Ihrer Dokumentation möglich. Die STOFFE die hier eingegeben werden, können während der Eingabe an die gewünschten Anforderungen angepaßt und zugleich lückenlos dokumentiert werden. Es ist kein umständlicher Umweg über den Untermenüpunkt STOFFE in den STAMMDATEN nötig.

Abb. PUROLIT- 11 zeigt eine beispielhafte Fensterfolge bei der Eingabe von NUTZERMENGEN.

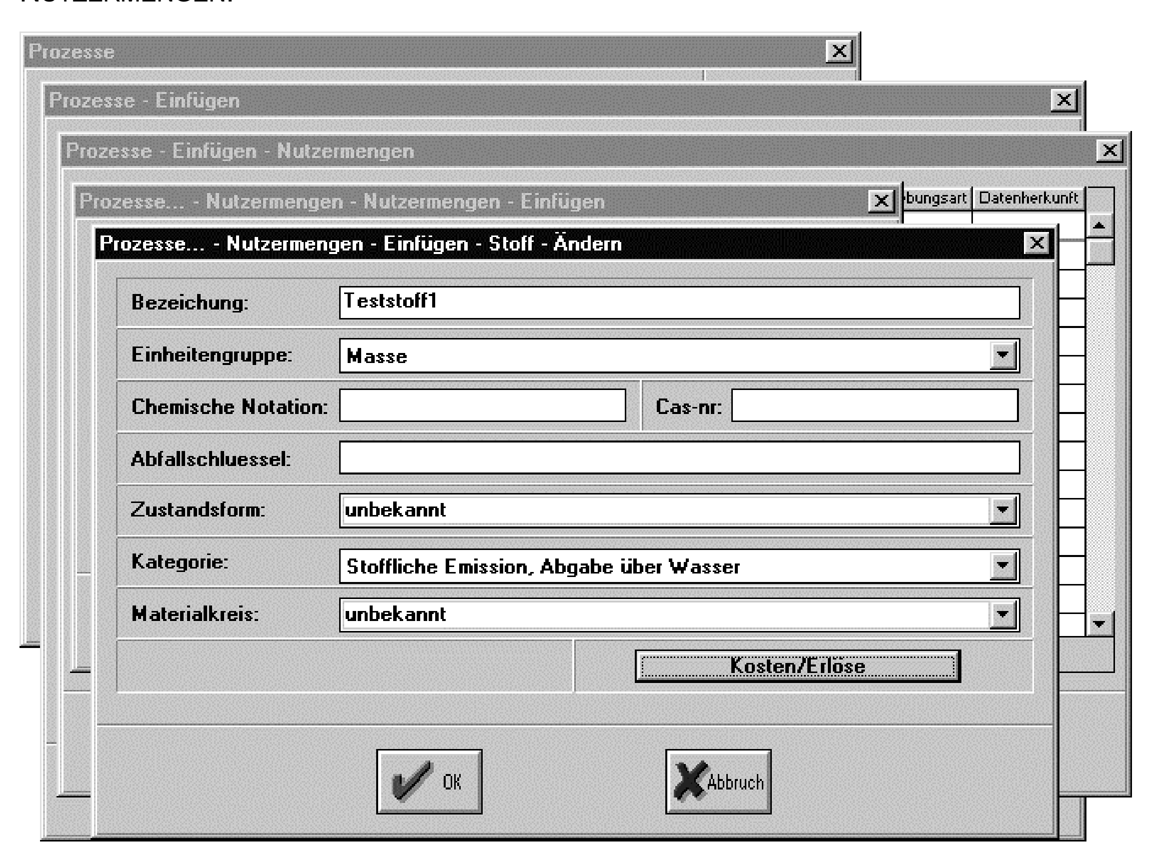


Abb. PUROLIT- 11 Die Fensterfolge gemäß der hierarchischen Datenstruktur am Beispiel PROZESS

Die hierarchische Datenstruktur für PROZESSE wird am Abb. PUROLIT- 12 verdeutlicht. Hier sind exemplarisch alle Auswahlschalter und alle sich öffnenden Fenster zu sehen.

- Die Eingabefenster, die sich öffnen, werden symbolisiert durch grau hinterlegte Rechtecke, in denen der jeweilige Fenstertitel steht.
- Die Auswahlschalter sind als weiße Rauten dargestellt, in denen die Bezeichnung der Schalter zu lesen ist.



Übung:

Nehmen Sie das Strukturbild Abb. PUROLIT- 12 zur Hand und probieren Sie die dargestellte Fensterstruktur im Programm nachzuvollziehen. Sehen Sie sich die geöffneten Fenster an und probieren Sie ggf. auch verschiedene Eingaben aus!

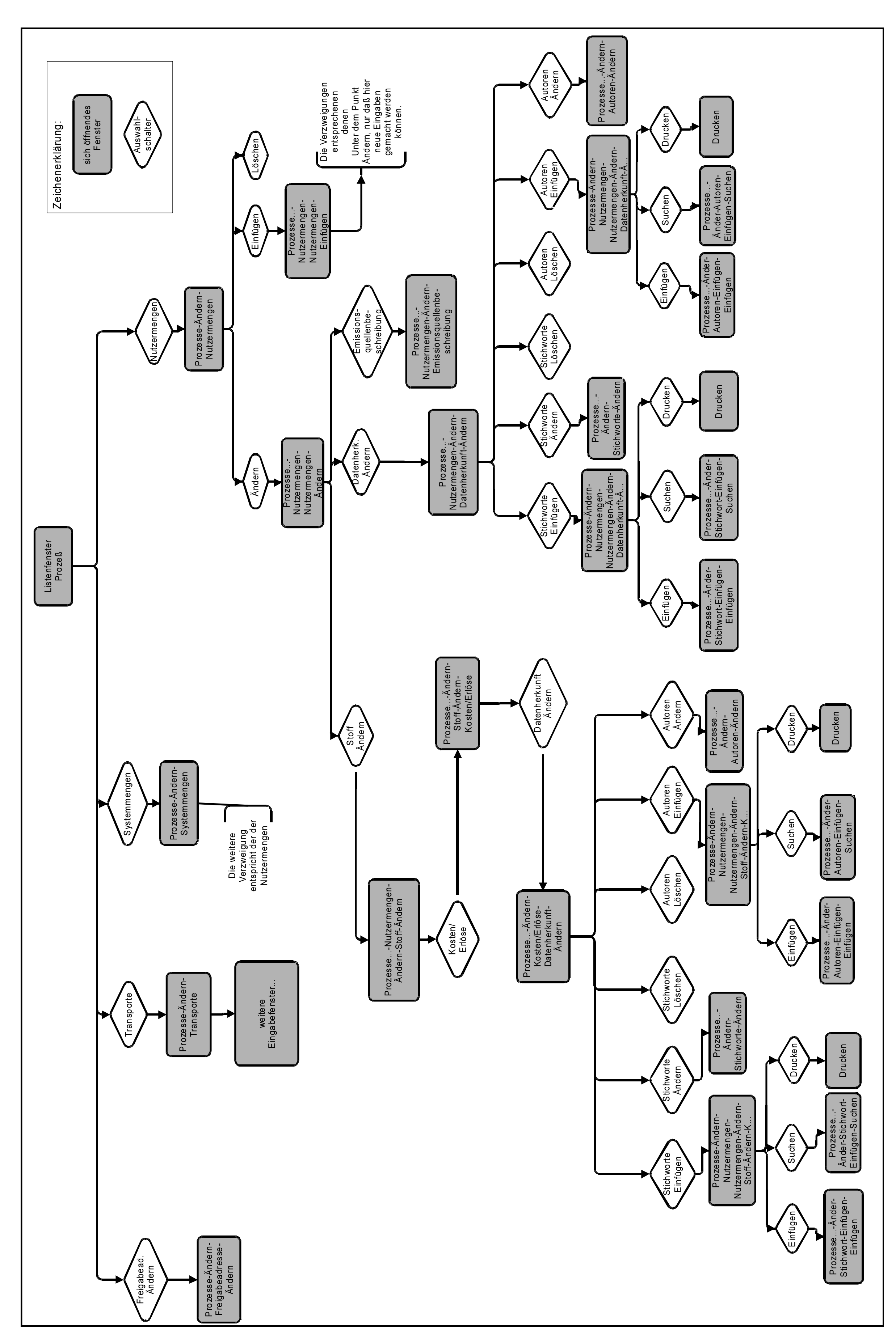


Abb. PUROLIT- 12 Die Hierarchiestruktur des Menüpunkts PROZESSE

6 Erstellen und Ändern von Prozeßketten

Die Eingabe von Stoffen und Prozessen ist eine wichtige Vorarbeit bei der Erstellung einer Sach-Ökobilanz. Stoffe und Prozesse liefern die Datengrundlage auf deren Basis dann Prozesse zu Prozeßketten verknüpft werden bis letztlich ein Prozeßnetzwerk aufgebaut ist, das alle Stoff- und Energieflüsse mitsamt ihren Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen beschreibt.

Die Grenzen des Prozeßnetzwerkes sind in der Methodik zur „Ganzheitlichen Bilanzierung von Reinigungs-/Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung“ festgelegt (vgl. Abschlußbericht zur Methodik, Kapitel A.1.1.4) und für ein konkretes Bilanzprojekt im Datenobjekt ÖKOBILANZ im Feld „Untersuchungsrahmen“ beschrieben.

In Kapitel 6.1 wird zunächst der Aufbau einer Prozeßkette von Grund auf erläutert. Im folgenden Kapitel 6.2 wird dann auf die Möglichkeit einer zielgerichteten Änderung einer vorhandenen Prozeßkette eingegangen.

6.1 Erstellung einer Prozeßkette (bottom-up-Ansatz)

Der Aufbau einer Prozeßkette ist ein ganz wesentlicher und zentraler Punkt der Software und nimmt daher auch entsprechenden Raum in diesem Handbuch ein.

Die Grundlage für die Berechnung einer Bilanz ist die „vollständige Prozeßkette“ d.h. die umfassende Beschreibung des technischen Verfahrens mit allen auftretenden Stoff- und Energieströmen bis hin zu den definierten Bilanzraumgrenzen.

Das Programm führt den Nutzer beim Aufbau einer solchen Prozeßkette detailliert von einem Eingabepunkt zum nächsten und minimiert dabei das Risiko von Eingabefehlern so möglich. Insbesondere wird die Methodenkonsistenz vom Programm gesichert. Eines kann das Programm dem Nutzer allerdings nicht abnehmen: eine korrekte und umfassende Erhebung der Eingangsdaten.

6.1.1 Vorarbeiten und Start des „Assistenten“

Sobald Sie alle Daten und Prozesse erhoben haben und die Struktur der Prozeßkette, die Sie erstellen wollen, als Stoff- und Energieflußmodell strukturiert ist, können Sie mit dem Aufbau der Prozeßkette in der Software PUROLIT beginnen. Wählen Sie aus dem Menü (vgl. Abb. PUROLIT- 13)

➲ PROZEßKETTE - TECHNISCHES VERFAHREN den Befehl

➲ <Erstellen>

Der sogenannte Prozeßketten-Assistent führt Sie durch eine Folge von Schritten zur Konstruktion und Dokumentation der Prozeßkette eines technischen Verfahrens.

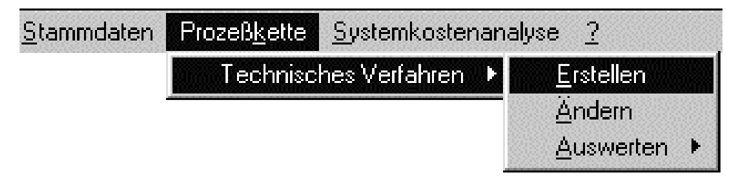


Abb. PUROLIT- 13 Die Menüfolge zur Erstellung einer PROZEßKETTE

6.1.2 Schritt 1: Beschreibung des Systems

Sofort öffnet sich ein weiteres Fenster, das Ihnen einige wichtige Erläuterungen zur Erstellung von Prozeßketten bringt. Der Text lautet:

„Zur Erstellung einer Sach-Ökobilanz ist der Lebensweg zu beschreiben. Die Konstruktion des Lebensweges gliedert sich in eine Abfolge von Programm-Schritten, die nacheinander bearbeitet werden.

Der erste Schritt bei der Erstellung einer Sach-Ökobilanz ist die Systemdefinition. Dazu ist das Untersuchungsobjekt zu benennen und genau zu spezifizieren.

Außerdem muß die Bezugsgröße für die Gesamtbilanz angegeben werden.“

Mit anderen Worten bedeutet dies, daß zur Erstellung einer Sach-Ökobilanz das von Ihnen definierte und festgelegte Prozeßnetzwerk ins Programm übertragen werden muß. Bei der Konstruktion der Prozeßkette werden Sie vom Programm unterstützt, indem die Software Ihnen die nötigen Arbeitsschritte vorgibt und die Aktionen jedes Arbeitsschritts vorab in einem Hilfe-Fenster.

6.1.3 Schritt 2: Definition der „Funktionellen Einheit“

Im zweiten Schritt definieren Sie den zu bilanzierenden Untersuchungsgegenstand und legen die funktionelle Einheit, welche sich aus Menge und zugehöriger Einheit sowie der Bezugsgröße zusammensetzt, fest. Bestätigen Sie das oben dargestellte Fenster mit der Befehlsschaltfläche <Weiter>, so erscheint ein neues Hinweisfenster, das folgenden Wortlaut enthält:

„Der erste Teil der Systemdefinition ist die Festlegung des zu bilanzierenden Systems. Anzugeben sind:

- eine eindeutige Bezeichnung des Untersuchungsgegenstandes
- die Bezugsgröße (funktionelle Einheit)
- die Menge dieser Bezugsgröße

Die Bezeichnung des Untersuchungsgegenstandes dient im weiteren Programmablauf zur Bezeichnung des zugehörigen Lebensweges.“

Bestätigen Sie auch dieses zweite Fenster mit der Befehlsschaltfläche <Beschreibung des Lebensweges>, so gelangen Sie in das Eingabefenster Bezugsdaten (Abb. PUROLIT- 14).

Abb. PUROLIT- 14 Das Eingabefenster Bezugsdaten

Die Bezeichnung des zu bilanzierenden Untersuchungsgegenstandes ist im Falle von Reinigungsverfahren z.B. eine Kurzbezeichnung der Reinigungsanlage. In den folgenden Schritten bauen Sie die Prozeßkette zur Beschreibung des zu bilanzierenden technischen Verfahrens mitsamt der zugehörigen Vorketten und Nachketten auf. Das Programm verwendet automatisch die im Eingabefenster Bezugsdaten (Abb. PUROLIT- 14) eingetragene „Bezeichnung des zu bilanzierenden Untersuchungsgegenstandes" als Name für diese Prozeßkette.

Die Nutzeneinheit wurde in der Methodik zur „Ganzheitlichen Bilanzierung von Reinigungs-/Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung" wie folgt festgelegt: eine definierte Menge zu reinigender Vergleichschargen. In den Bilanzrechnungen der o.g. Studie wurde hier einheitlich die *Größe „1000 Stück Vergleichs-Chargen"* eingesetzt.

6.1.4 Schritt 3: Definition des „Zentralmoduls"

Haben Sie an dieser Stelle alle geforderten Eingaben gemacht und das oben dargestellte Fenster mit dem <OK>-Schalter bestätigt, folgt ein weiteres Hinweisfenster mit folgenden Erläuterungen zu **Schritt 3.1**:

> Hier wird das Zentralmodul des Lebensweges aus der Prozeßliste ausgewählt. Idealerweise sollte im Zentralmodul die funktionelle Einheit als Output- bzw. Inputmenge vorliegen. Die Menge dieser Output- bzw. Inputgröße muß mit der in der Lebenswegbeschreibung angegebenen Menge der funktionellen Einheit übereinstimmen.
>
> Falls Sie das Zentralmodul an dieser Stelle neu anlegen wollen, können Sie hier einen neuen Prozeß über die Funktion „Einfügen" erstellen.

Unter ZENTRALMODUL ist der Prozeß zu verstehen von dem aus die gesamte PROZEßKETTE aufgebaut wird. Das ZENTRALMODUL stellt den Bezug aller Module zur funktionellen Einheit her. Es sollte daher die funktionelle Einheit als Input- oder Outputmenge enthalten.

Zur Definition des Zentralmoduls bietet Ihnen PUROLIT ein Auswahlfenster analog dem bereits bekannten Prozeß-Listenfenster an (vgl. Kapitel 5.2.3.1 Zugang zur Liste der Prozesse und den Befehlen zur Datenmanipulation und Abb. PUROLIT- 15). Sie können einen der angebotenen Prozesse markieren und mit der Befehlsschaltfläche <OK> als Zentralmodul auswählen.



Abb. PUROLIT- 15 Das Prozeß-Listenfenster <Zentralmodul auswählen>

Haben Sie einen Prozeß als Zentralmodul ausgewählt so erhalten Sie nach Bestätigung des Fensters mit dem <OK>-Schalter Hinweise für den nächsten **Schritt 3.2**:

Der nächste Schritt zur Erstellung einer Sach-Ökobilanz ist die Definition des zentralen Lebenswegbereiches, der den Einstiegspunkt in die Lebenswegbeschreibung bildet.

Der zentrale Einstiegspunkt im Lebensweg ist frei definierbar.

Sinnvollerweise sollte jedoch die Stelle gewählt werden, an der alle Bestandteile des untersuchten Objekts gemeinsam auftreten und der Lebensweg der Bestandteile in Richtung Erzeugung und/oder Verbleib weiterverfolgt werden kann.

Gegebenenfalls sind hier neben den Input- und Outputdaten auch anfallende Dienstleistungen und Transporte einzugeben.

Sie können also nun mit der Befehlsschaltfläche <Gesamtansicht Zentralmodul> nochmals alle Eingaben zum ausgewählten Zentralmodul überprüfen und bei Bedarf auch ergänzen und/oder ändern.

6.1.5 Schritt 4: Aufruf des „Prozeßketten-Editors“

Mit der Schaltfläche <Weiter> führt PUROLIT Sie zum nächsten Schritt, dem Aufbau der Modulverknüpfungen. Das Hinweisfenster nennt Ihnen die wichtigsten Aktionen für **Schritt 4.1** bis **Schritt 4.3**:

> In den folgenden Programmschritten werden nun die Prozeßketten des Lebenswegs und die Modulverknüpfung aufgebaut.
>
> Im ersten Schritt ‘Prozesse überprüfen’ werden dazu sukzessive die nötigen Erzeugungs- und Weiterverarbeitungs-Prozesse für Stoffe abgefragt und in den Lebensweg eingehängt.
>
> Im zweiten Schritt ‘Stoffe überprüfen’ können Sie die Erzeugung und den Verbleib der Stoffe nochmals überprüfen und ggf. ergänzen.
>
> Im dritten Schritt ‘Lebensweg überprüfen’ validiert das System die Hauptregel (vgl. hierzu Handbuch-Kapitel ‘Anforderungen des mathematischen Modells).

Schritt 4.1

Schritt 4.2

Schritt 4.3

Das zitierte Handbuch-Kapitel ‘Anforderungen des mathematischen Modells’ finden Sie im Teil III des Handbuches, Kapitel 10 .

Die genannten Aktionen zu Schritt 4 führen Sie auf einer Graphischen Oberfläche zur Prozeßketten-Konstruktion – dem **Prozeßketten-Editor** – aus. Bei Bestätigung des oben dargestellten Hilfefensters mit der Befehlsschaltfläche <Weiter> wird der Prozeßketten-Editor gestartet.

Beim Aufruf der graphischen Oberfläche zur Prozeßketten-Konstruktion werden die Verknüpfung der Module und der Aufbau des Prozeßnetzwerkes automatisch vom System durchgeführt.

Für ein neues „Netzwerk“, das vorerst ja nur aus dem ausgewählten Zentralmodul besteht, geht dieser Vorgang sehr schnell. Für ein größeres Netzwerk, das Sie mit Hilfe der PUROLIT-Routinen zum Aufbau von Prozeßketten schon vollständig aufgebaut haben, kann dieser Vorgang zum Laden und Prüfen der Modulverknüpfungen einige Sekunden dauern. Vom Programm wird Ihnen der Fortschritt beim Aufbau der Prozeßkette angezeigt. Nach Beendigung dieses Vorgangs erscheint ein Fenster, das sich von den vorigen grundlegend unterscheidet. Sie befinden sich nämlich in einer Programmumgebung, in der Sie die nun grafisch dargestellte Prozeßketten weiter bearbeiten können (Abb. PUROLIT- 16). Wie Sie mit diesem Prozeßketten-Editor umgehen, erfahren Sie im folgenden Kapitel.

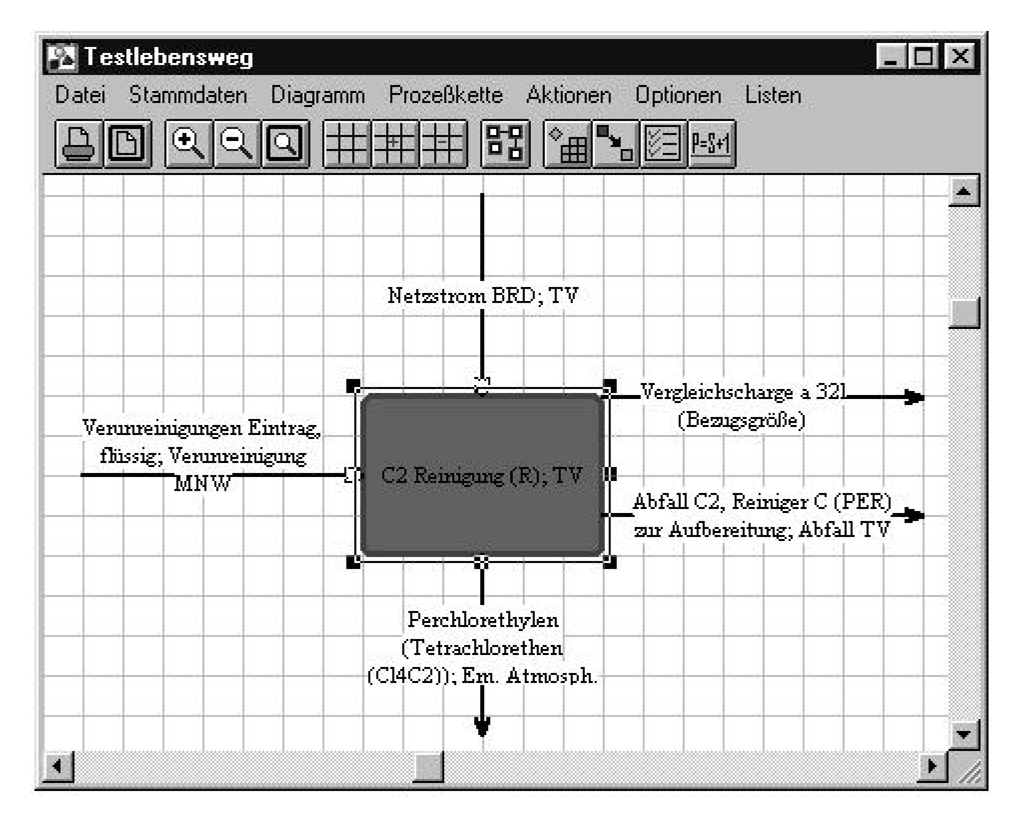


Abb. PUROLIT- 16 Der Prozeßketten-Editor

6.2 Der Prozeßketten-Editor

Ein sehr komfortables Werkzeug zur Kontrolle und Korrektur einer erstellten Prozeßkette stellt die Software mit dem Prozeßketten-Editor zur Verfügung. Unterstützt vom Programmsystem, können Sie Ihre Prozeßkette auf Vollständigkeit prüfen, sie abändern oder sich einen besseren Überblick über die Prozeßkette verschaffen. Die Funktion wird in den wesentlichen Punkten in den folgenden Abschnitten dieses Kapitels erklärt.

Kapitel 6.2.1 Die Symbolleiste, 6.2.2 Das Menü des Prozeßketten-Editors und Kapitel 6.2.3 Das Kontextmenü stellen Ihnen die Werkzeuge des Prozeßketten-Editors im einzelnen vor. Eine Übung zum Umgang mit diesen Werkzeugen wird dann in Kapitel 6.3 vorgestellt.

6.2.1 Die Symbolleiste

Im Fenster des Editors befindet sich grafisch dargestellt die von Ihnen ausgewählte Prozeßkette, bzw. wenn Sie wie in Kapitel 6.1 eine Prozeßkette neu erstellen zunächst nur das Zentralmodul. Mit Hilfe der Symbolleiste können Sie die Darstellung beeinflussen und die wichtigsten Aktionen aufrufen.

Abb. PUROLIT- 17 zeigt die Funktionen der einzelnen Schalter.

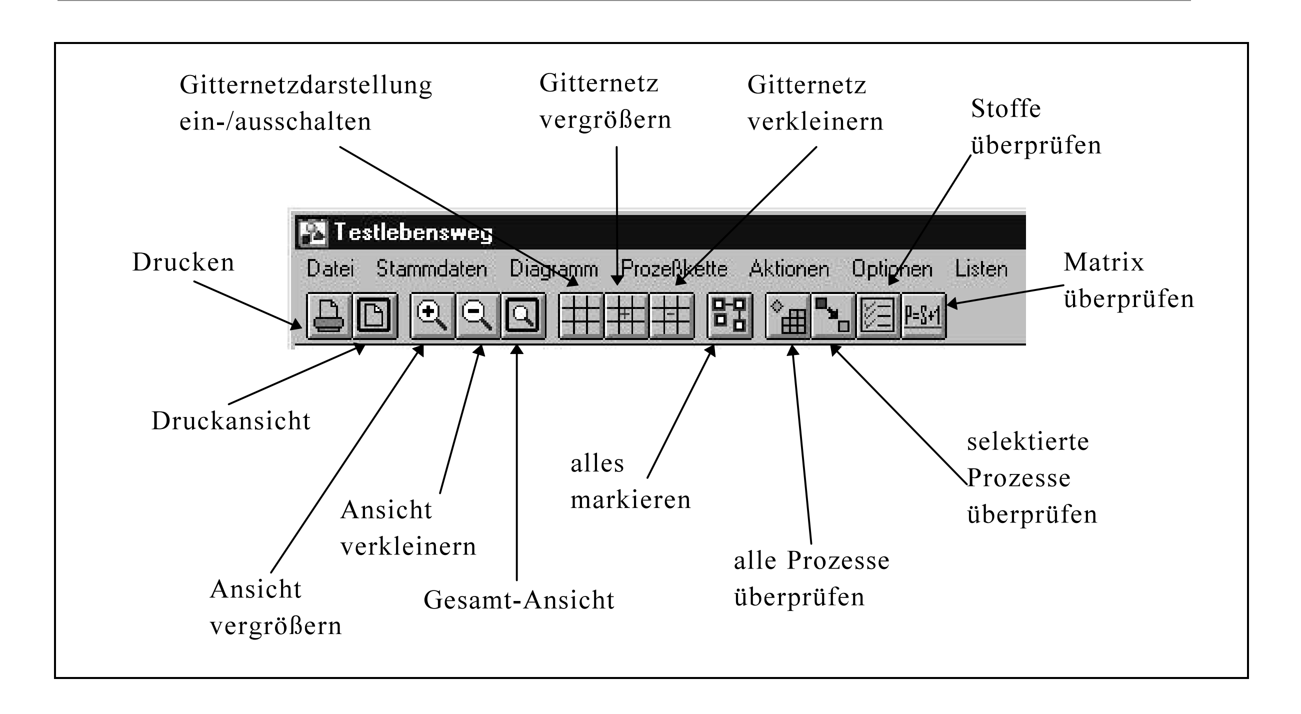


Abb. PUROLIT- 17 Die Symbolleiste des Prozeßketten-Editors

6.2.2 Das Menü des Prozeßketten-Editors

Das Menü des Prozeßketten-Editors enthält im Vergleich zur Symbolleiste zusätzliche Befehle. Im weiteren werden nun die einzelnen Menüpunkte aufgegriffen und die zugehörigen Untermenüpunkte erwähnt. Die Menüpunkte lauten wie folgt:

- DATEI
- STAMMDATEN
- DIAGRAMM
- PROZEßKETTE
- AKTIONEN
- OPTIONEN und
- LISTEN

6.2.2.1 Datei

Im Menüpunkt DATEI finden sich Befehle zum LADEN und SPEICHERN, zum DRUCKEN, zum DRUCKER EINRICHTEN und zur DRUCKERVORSCHAU, sowie der Befehl BEENDEN (vgl. Abb. PUROLIT- 18).

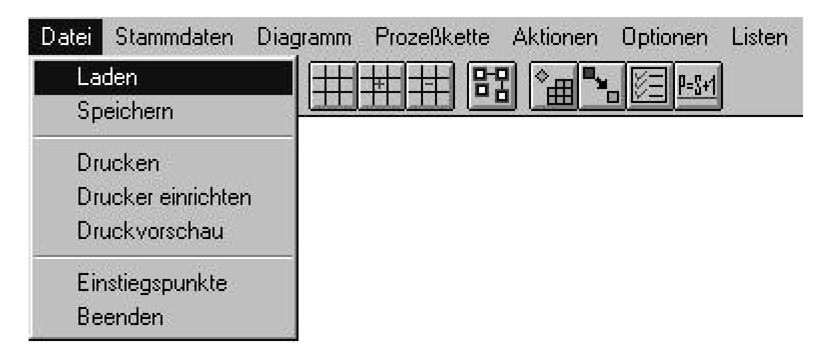


Abb. PUROLIT- 18 Das Menü des Prozeßketten-Editors: das Menü DATEI

Die genannten Untermenüpunkte sind Standardbefehle, wie sie aus anderen Windows-Anwendungen bekannt sind und funktionieren in der allgemein üblichen Weise. Zusätzlich ist der spezielle Befehl EINSTIEGSPUNKTE vorhanden. Er ermöglicht den Rücksprung in den Aufbau der Prozeßkette. Möglich ist hierbei der Sprung zu folgenden Einstiegspunkten:

- Lebensweg (Beschreibung der Prozeßkette, vgl. Kap. 6.1.2)
- Beschreibung (Definition der Funktionellen Einheit, vgl. Kap. 6.1.3)
- Zentralmodul (Definition des Zentralmoduls, vgl. Kap. 6.1.4)
- Lebensweg vervollständigen (Aufruf des Prozeßketten-Editors, vgl. Kap. 6.1.5)

Der Aufbau der Prozeßkette wird dann ab dem Arbeitsschritt zum ausgewählten Sprungziel erneut durchlaufen.

6.2.2.2 Stammdaten

Der Menübefehl STAMMDATEN enthält dieselben Befehle wie der gleichnamige Menübefehl im PUROLIT-Hauptfenster (siehe hierzu Kapitel 5.2). STOFFE und PROZESSE können hier ebenso eingegeben, manipuliert und ausgedruckt werden, wie im PUROLIT- Hauptfenster.

6.2.2.3 Diagramm

Der nächste Punkt im Menü lautet DIAGRAMM. Hier finden sich Untermenüpunkte, mit denen sich die Darstellung der Prozeßkette einstellen und ändern läßt. Ein Auswahl der wichtigsten Befehle ist auch über die Schalter in der Symbolleiste zugänglich.



Abb. PUROLIT- 19 Das Menü des Prozeßketten-Editors: Menü DIAGRAMM

Die Befehle aus dem Menü DIAGRAMM haben folgende Bedeutung:

- Über die Untermenüpunkte VERGRÖßERN und VERKLEINERN kann der aktuell dargestellte Ausschnitt verändert werden (Zoomen).
- GRÖßE ANPASSEN stellt den Zoom-Faktor so ein, daß die gesamte Prozeßkette auf Ihrem Bildschirm dargestellt wird
- Als Hilfsraster zur Ausrichtung der dargestellten Stoffe und Prozesse kann ein GITTERNETZ EIN- UND AUSGESCHALTET sowie in seiner Größe verändert werden (GITTER VERGRÖßERN, GITTER VERKLEINERN).
- Mit den Befehlen, die unter Menüpunkt PROZEß-SICHTBARKEIT angeboten werden, können Prozesse ausgewählt und ausgeblendet werden. Dies kann bei sehr großen und komplexen Prozeßketten die Übersichtlichkeit steigern. Ebenso können damit Darstellungen der Prozeßkette erzeugt werden, die nur die wesentlichsten Aspekte hervorheben.
- Über die Befehle zu Menüpunkt STOFF-SICHTBARKEIT ist es möglich, die Darstellung von Stoffen gezielt zu steuern. So kann es z.B. für manche Anwendungen sinnvoll sein, die Vielzahl der bei den Prozessen auftretenden Emissionsströme in der Darstellung zunächst heraus zu filtern (AUSBLENDEN), um so die Massenströme und die prinzipielle Prozeßstrukturierung besser erkennen zu können.
- Mit der Aktion DATENBANK-KONSISTENZ kann überprüft werden, ob Sie seit dem Aufbau der Prozeßkette Änderungen an den Stoff- oder Prozeßdaten aus dem PUROLIT-Hauptmenüpunkt STAMMDATEN vorgenommen haben. Diese Software-Routine ermöglicht es Ihnen somit, daß Sie auch nachträglich alle Daten in der Datenbank ändern können: PUROLIT erkennt automatisch alle Unterschiede zwischen den Modulen in der aufgebauten Prozeßkette und den vorhandenen Modulen in der Datenbank, korrigiert bei Bedarf die graphische Darstellung der Prozeßkette und meldet Ihnen alle vorgenommenen Änderungen!

- AKTUALISIEREN schließlich startet eine Programmroutine, welche die Prozeßkette noch einmal neu zeichnet.

6.2.2.4 Prozeßkette

Die Prozeßkette kann unter dem Menüpunkt PROZEßKETTE bearbeitet werden. Die Untermenüpunkte MASKE, REPORTS, BEZUGSDATEN liefern Informationen zu dem technischen Verfahren, welches durch diese Prozeßkette beschrieben wird. Die Befehle ZENTRALMODUL ERSETZEN, PROZESSE EINFÜGEN und SELEKTIERTE PROZESSE ENTFERNEN dienen der Bearbeitung des Prozeßnetzwerks: es können Prozesse eingefügt und gelöscht oder Zentralprozesse gesetzt werden. Abb. PUROLIT- 20 zeigt das Menü mit den zugehörigen Untermenüpunkten.



Abb. PUROLIT- 20 Das Menü des Prozeßketten-Editors: Menü Prozeßkette

6.2.2.5 Aktionen

Die Untermenüpunkte unter AKTIONEN finden sich im Wesentlichen ebenfalls in der Symbolleiste wieder.

Sie können von diesem Menü aus direkt die PUROLIT-Routinen PROZESSE ÜBERPRÜFEN, STOFFE ÜBERPRÜFEN oder MATRIX ÜBERPRÜFEN aufrufen (Erläuterung siehe unten). Sie können aber auch den ASSISTENTEN STARTEN, der Sie durch diese Arbeitsschritte führt und Ihnen Erläuterungen und Hilfestellungen zu diesen Prüfroutinen bietet.

Der Assistent ist das Programm-Tool, das in der früheren PUROLIT-Version die Arbeit der Lebenswegverknüpfung und Überprüfung erledigt hat. Jetzt wird diese Arbeit durch den Prozeßketten-Editor vereinfacht. Falls Sie die Arbeit mit der früheren Version von PUROLIT gewohnt sind, arbeiten Sie vielleicht lieber in der herkömmlichen Weise (mit Assistent) weiter. Das wird Ihnen mit diesem Untermenüpunkt ermöglicht.



Abb. PUROLIT- 21 Das Menü des Prozeßketten-Editors: Menü AKTIONEN

Prozesse überprüfen

Ausgehend vom Zentralmodul wird mit Unterstützung dieser PUROLIT-Programmroutine nun die „vollständige" Prozeßkette für das Technische Verfahren aufgebaut. „Vollständig" heißt in diesem Zusammenhang „die umfassende Beschreibung des technischen Verfahrens mit allen auftretenden Stoff- und Energieströmen bis hin zu den definierten Bilanzraumgrenzen." (vgl. Kapitel 6.1 Erstellung einer Prozeßkette (bottom-up-Ansatz), Seite 43).

In der Methodendokumentation sind die Stoffklassen 'Unmittelbar umweltbeeinflussende Größen', 'Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen' und 'Methodenbedingt nicht weiterverfolgte Größen' festgelegt (vgl. Abschlußbericht zur Methodik, Kapitel A.1.1.5).

Mit PUROLIT wird jedem Stoff eindeutig eine Stoffkategorie zugeordnet (vgl. Kapitel 5.2.1 und dort insbesondere Abb. PUROLIT- 3 Das Fenster STOFFE - ÄNDERN). Für jede Stoffkategorie ist zudem festgeschrieben, zu welcher der oben genannten Stoffklassen diese Kategorie gehört. Auf dieser Wissensbasis erkennt PUROLIT alle 'Unmittelbar umweltbeeinflussenden Größen' und alle 'Methodenbedingt nicht weiterverfolgten Größen' automatisch als Größen, welche die Bilanzraumgrenzen überschreiten. Diese Flußgrößen werden mit der Programmroutine PROZESSE ÜBERPRÜFEN automatisch über alle Module der Prozeßkette aufsummiert und PUROLIT legt für Stoffe dieser Kategoriengruppen einen sog. Pseudoprozeß an (siehe hierzu Teil III, Kapitel 10.4 Pseudoprozesse).

Der Prozeßketten-Editor benutzt als Symbol zur Darstellung von Pseudoprozessen ein kleines Kringelchen am Ende eines Stoffflusses (Pfeil) (vgl. Abb. PUROLIT- 28).

'Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen' müssen per Methodendefiniton weiterverfolgt werden bzgl. ihrer Erzeugung bzw. ihres Verbleibs. Die Programmroutine PROZESSE ÜBERPRÜFEN leitet den Softwarenutzer dazu an, für jeden Inputstoff eines jeden zu prüfenden Prosesses einen Erzeugungsprozeß (EP) zu definieren.

Dazu sucht die Programmroutine nach passenden EP in der Datenbank. Sind in der Datenbank ein oder mehrere EP für den betrachteten Stoff vorhanden, werden diese in einer Liste zur Auswahl angezeigt. Stehen keine EP zur Verfügung, können sie an dieser Stelle des Programmablaufs entweder einen EP neu anlegen oder - falls sie keine Daten zur Beschreibung haben - den Stoff zur Summation kennzeichnen. Im letzteren Fall bricht der Lebensweg an dieser Stelle vorzeitig ab und der Stoff geht als 'aus Datenmangel nicht reduzierte Größe' in die Bilanz ein. Das System erzeugt für diesen Stoff einen sog. Pseudoprozess.

Für jeden Outputstoff geschieht der Ablauf analog, nur werden hier Weiterverarbeitungsprozesse gesucht bzw. angelegt.

Wurde ein Prozeß mit dieser Programmroutine überprüft und entsprechende Erzeugungs- und Weiterverarbeitungsprozesse für die 'Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen' gefunden bzw. ergänzt, so signalisiert PUROLIT diesen „gecheckten“ Zustand des Prozesses durch einen grünen Rahmen des Kästchens. Sind bei einem Prozeß neue Stoffflüsse hinzugefügt worden oder ist dieser noch nicht überprüft worden, so zeigt PUROLIT dies mit einem roten Rahmen an.

Stoffe überprüfen

Dieses Kapitel beschreibt die praktische Umsetzung der Anforderungen des mathematischen Modells (siehe Teil III, Kapitel 10).

Das Programm hat nach Durchführung der Routine PROZESSE ÜBERPRÜFEN alle Prozesse der Prozeßkette bzgl. Erzeugung/Verbleib ihrer Input- und Outputgrößen vervollständigt (Check aus Sicht des Strukturelements PROZESSE). Falls Sie in Ihrer Prozeßkette eine kritische Modulstruktur haben, z.B.

- ein geschlossener Stoff-Kreislauf oder
- ein Zwischenprodukt in der Prozeßkette hat mehrere Erzeugungs- oder Weiterverarbeitungsprozesse

können Sie nun mit der Programmroutine STOFFE ÜBERPRÜFEN diese kritischen Strukturen auflösen, indem Sie weitere Erzeugungs-/Verarbeitungsprozesse in das Prozeßnetzwerk integrieren oder über einen Pseudoprozeß einen sog. Zyklenausgleich definieren.

Teil III dieses Handbuchs stellt Ihnen die Hintergründe und die mathematischen Prinzipien zum Entdecken und Lösen solcher kritischen Modulstrukturen ausführlich dar. Falls Sie in Ihrem Modulnetzwerk keine kritischen Strukturen haben, so können Sie diese Programmroutine auslassen und gleich mit dem nächsten Schritt MATRIX ÜBERPRÜFEN fortfahren.

Beim Aufruf der Programmroutine STOFFE ÜBERPRÜFEN zeigt Ihnen PUROLIT zunächst eine Liste aller Stoffe, die in der aktuell bearbeiteten Prozeßkette vorkommen. Markieren Sie den Stoff, den Sie bearbeiten möchten. Mit <OK> starten Sie die Stoff-Betrachtung bzgl. Erzeugung/Verbleib.

Zum Suchen und Einfügen zusätzlicher Erzeugungs- oder Weiterverarbeitungs-Prozesse klicken Sie auf das entsprechende Aktionssymbol. Das Programm bietet Ihnen passende Module in einer Liste zur Auswahl an und fügt diese ggf. dem Prozeßnetzwerk hinzu.

Findet das System keinen Erzeugungs- oder Weiterverarbeitungsprozeß in der Datenbank, so können Sie auch hier die Weiterverfolgung des Stoffes abbrechen indem sie das Markierfeld 'wird aufsummiert' anklicken. Dann erzeugt das Programm wieder einen sog. Pseudoprozeß für den betrachteten Stoff.

Matrix überprüfen

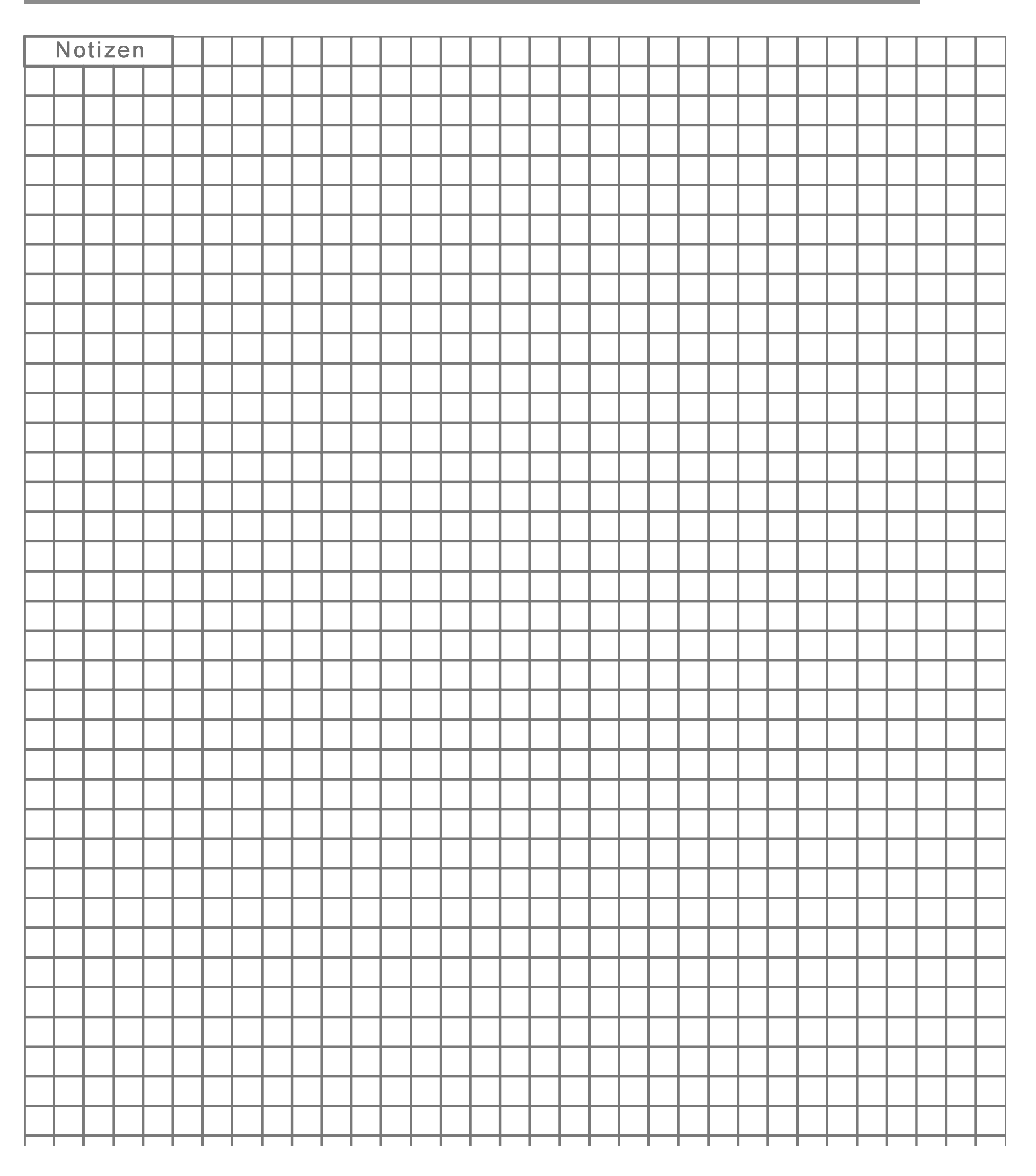
Prozesse und Stoffe sind nun überprüft. Nun kontrolliert PUROLIT das Zahlenverhältnis Stoffe - Prozesse. Die Prozeßkette ist vollständig wenn gilt:

Anzahl Prozesse + Anzahl Pseudoprozesse = Anzahl Stoffe + 1

(Begründung siehe Teil III, Kapitel 10.5 Hauptregel)

Ist für die Prozeßkette das Zahlenverhältnis korrekt, so ist die Prozeßkette vollständig. Nun können Sie das Bilanzergebnis für diese Prozeßkette berechnen (vgl. Kapitel 6.2.2.4 Prozeßkette, Befehl BERECHNEN und Kapitel 7.1 Die Berechnung einer Bilanz aus dem Prozeßketten-Editor).

Ist für die betrachtete Prozeßkette dieses Zahlenverhältnis nicht erfüllt, so zeigt PUROLIT die entsprechenden aktuellen Zahlenwerte für Stoffe, Prozesse und Pseudoprozesse an. Sie haben dann die Möglichkeit, nochmals die Elemente (Stoffe, Prozesse und Pseudoprozesse) des Prozeßnetzwerkes zu überprüfen und zu bearbeiten. Genaueres zur Vorgehensweise finden Sie in Teil III, Kapitel 10.2 Kritische Modulstrukturen.


Notizen

6.2.2.6 Optionen

Mit dem Menü OPTIONEN können Sie die Vervollständigung Ihrer Prozeßkette wesentlich beschleunigen:

- Durch Aktivieren des Untermenüpunkts AUTOMATISCHES ABSCHNEIDEN BEI DATENMANGEL, ersichtlich an einem Haken wie in Abb. PUROLIT- 22, wird bei Ausführen der Programmroutine PROZESSE VERVOLLSTÄNDIGEN (siehe oben, Kapitel 6.2.2.5) ein Stoffstrom automatisch durch einen Pseudoprozeß vervollständigt, falls in der Datenbank kein entsprechender Erzeuger- bzw. Weiterverarbeitungsprozeß angelegt ist.
- Ähnlich verhält es sich mit dem zweiten Untermenüpunkt Untermenüpunkts AUTOMATISCHES VERBINDEN BEI NUR EINEM WERTERVERARBEITUNGS-/ ERZEUGUNGSPROZESS. Wird diese Option aktiviert, so wählt PUROLIT beim Ausführen der Programmroutine PROZESSE VERVOLLSTÄNDIGEN automatisch und selbständig den passenden Erzeugungs-/Verarbeitungsprozeß aus und hängt diesen in die Prozeßkette ein, vorausgesetzt es ist genau ein solcher Prozeß in der Datenbank vorhanden.

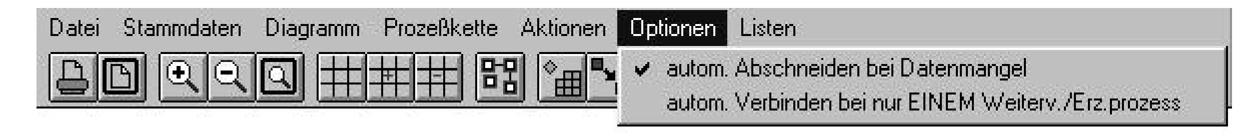


Abb. PUROLIT- 22 Das Menü des Prozeßketten-Editors: Menü OPTIONEN

6.2.2.7 Listen

Als Arbeitshilfe zum Aufbau der Prozeßkette bieten PUROLIT mit dem Menü LISTEN Werkzeuge, die Ihnen wichtige Informationen zu Elementen der Prozeßkette kompakt in Form von Listen am Bildschirm zeigen.



Abb. PUROLIT- 23 Das Menü des Prozeßketten-Editors: Menü LISTEN

- PSEUDOPROZESSE zeigt die alphabetisch geordnete Liste aller Pseudoprozesse der aktuellen Prozeßkette.
- ALLE PROZESSE listet alle Module der Prozeßkette in alphabetischer Ordnung auf.

- ALLE STOFFE zeigt die Liste aller Stoff- und Energieflußgrößen, die in der aktuell bearbeiteten Prozeßkette vorkommen (unabhängig davon, ob diese dargestellt werden oder ggf. über DIAGRAMM – STOFF SICHTBARKEIT ausgeblendet wurden). Zusätzlich wird zu jedem Stoff eine Kennzeichnung seines Status aus der Sicht der Prüfroutine STOFFE ÜBERPRÜFEN angegeben:

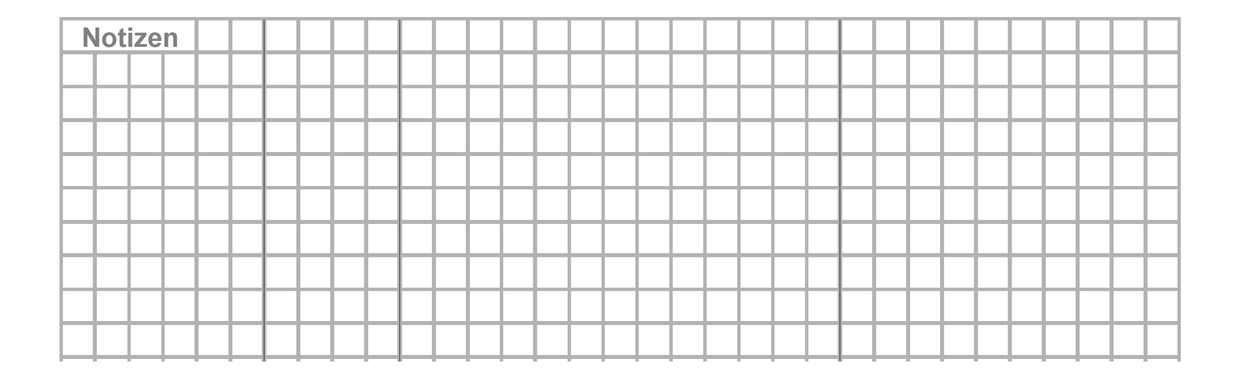
  [C] der Stoff ist vollständig (Complete)

  [M] der Stoff ist vollständig über Input-/Output-Prozesse (Moduls) beschrieben

  [P] der Stoff ist vollständig über einen Input- bzw. Output-Prozeß und einen zusätzlichen Pseudoprozeß beschrieben

  [ ] der Stoff ist unvollständig: es fehlt ein Herstellungs-, Weiterverarbeitungs- oder Pseudoprozess.

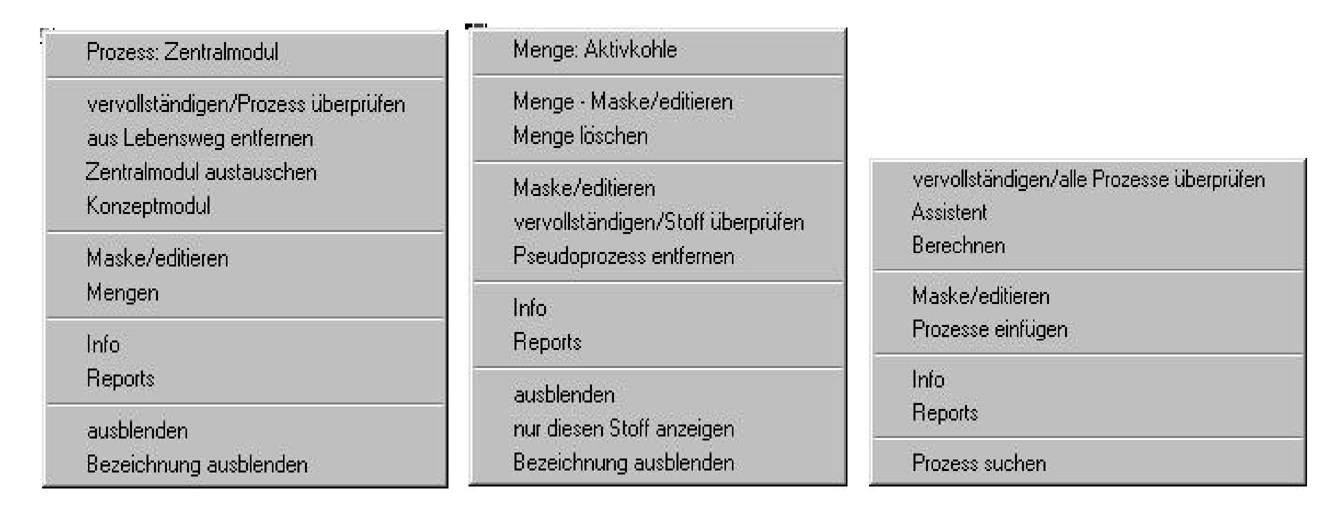
  Kombinationen der Kriterien C, M und P sind ebenfalls möglich.



6.2.3 Das Kontextmenü

Für eine zusätzliche Erleichterung bei der Bearbeitung sorgt auch im Prozeßketten-Editor ein Kontextmenü (vgl. auch Kapitel 5.2.2 Spezielle Eingabehilfen). Das Kontextmenü erreichen Sie - wie bei der Eingabe von Stoffen, Prozessen und Prozeßketten - über die rechte Maustaste.

Je nach angewähltem Objekt erscheint ein unterschiedliches Kontextmenü mit jeweils passenden Menüoptionen. Sehen Sie sich hierzu die verschiedenen Kontextmenüs in Abb. PUROLIT- 24 an.



PROZESSE STOFFE PROZEßKETTE

Abb. PUROLIT- 24 Die Kontextmenüs des Prozeßketten-Editors

Das erste der drei dargestellten Kontextmenüs erscheint bei der Betätigung der rechten Maustaste, wenn sich der Mauszeiger auf einem PROZESS befindet. Das Zweite öffnet sich bei einem markierten STOFF und das Dritte wenn Sie keines der Grafikelemente mit der Maus auswählen, so daß sich die angebotenen Aktionen auf die gesamte PROZEßKETTE beziehen.

Die wesentlichen Aktionen, die mit den einzelnen Menüpunkten aufgerufen werden, sollen hier knapp geschildert werden.

6.2.3.1 Prozesse

vervollständigen/Prozess überprüfen

Im Kontextmenü ist an erster Stelle der Name des ausgewählten Prozesses zu finden. Bei Auswahl dieses Menüpunkts öffnet sich die Eingabemaske für den entsprechenden Prozeß.

Der Befehl VERVOLLSTÄNDIGEN/PROZESS ÜBERPRÜFEN startet die Prüfroutine PROZESSE ÜBERPRÜFEN für den/die aktuell markierten Prozess/e (vgl. Kapitel 6.2.2.5 Aktionen) und öffnet dazu ein Fenster wie in Abb. PUROLIT- 25 exemplarisch dargestellt. Der Schalter <Erzeugerprozess suchen> in diesem Fenster führt zu einer Liste mit Erzeugerprozessen. Hier kann ein passender Prozeß gewählt oder angelegt werden. Der gesamte Vorgang läuft so ab, wie bei Aktion PROZESSE ÜBERPRÜFEN in Kapitel 6.2.2.5 beschrieben.

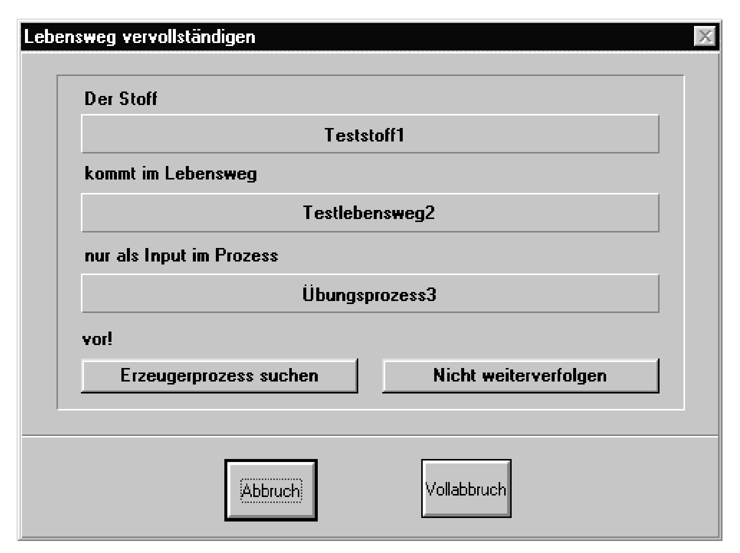


Abb. PUROLIT- 25 Das Kontextmenü PROZESSE des Prozeßketten-Editors: Option VERVOLLSTÄNDIGEN/PROZESS ÜBERPRÜFEN

aus Lebensweg entfernen

Mit diesem Befehl können Sie einen Prozeß aus der Prozeßkette entfernen. In den Stammdaten ist dieser Prozeß weiterhin vorhanden.

Zentralmodul austauschen

Der Prozeßketten-Editor ermöglicht Ihnen sogar, das Zentralmodul gegen ein anderes auszutauschen (dieser Kontextmenüpunkt ist nur bei dem Zentralmodul vorhanden). Hierfür öffnet sich ein Listenfenster in dem Sie ein neues Modul auswählen können, das dann das Ursprüngliche ersetzt.

Maske/editieren

Für den markierten Prozeß wird die Prozeß-Dokumentationsmaske, wie sie bereits in Kapitel 5.2.3 beschrieben ist (Abb. PUROLIT- 6 Das Prozeß-Dokumentationsfenster) aufgerufen. Sie können diesen Prozeß somit direkt aus der Graphik heraus ansehen und editieren.

Mengen

Hier werden die im Prozeß vorkommenden Stoff-Input/Outputmengen in einem Listenfenster aufgeführt.

Info

Diese Menüoption liefert eine kurze Information zum aktuell markierten Prozeß – diese Option ist insbesondere dann sehr hilfreich, wenn die Bezeichnung des Prozesses ausgeblendet ist.

Reports

Ein Listenfenster öffnet sich, das alle zum Prozeß generierbaren Report-Typen anbietet.

ausblenden

Diese Aktion blendet den aktuell markierten Prozeß aus der graphischen Darstellung aus. Der Prozeß bleibt weiterhin Bestandteil der Prozeßkette, er wird nur nicht dargestellt!

Diese Filterfunktionen dienen insbesondere dazu, bei großer Detailtiefe für bestimmte Arbeiten und Dokumentationen „Unwesentliches“ aus der Betrachtung auszublenden.

Bezeichnung ausblenden

Diese Menüoption blendet die Bezeichnung des aktuell markierten Prozesses aus.

6.2.3.2 Stoffe

Analog zu den Prozessen ist auch bei den Stoffen im Kontextmenü der Stoffname aufgeführt. Die Auswahl dieses Menüpunkts hat die selben Folgen wie der folgende Kontextbefehl MENGE - MASKE/EDITIEREN.

Menge - Maske/editieren

Bei Anwahl der Menüoption MENGE - MASKE/EDITIEREN öffnet sich die Eingabemaske für Nutzermengen für den aktuell markierten Stoffstrom (vgl. hierzu Kapitel 5.2.3.3 Die Input/Output-Ströme von Prozessen und Abb. PUROLIT- 8). Die Daten zum aktuell markierten Stofffluß können hier detailliert nachgeschlagen und bei Bedarf auch geändert werden.

Menge löschen

Mit diesem Menübefehl kann der Mengeneintrag zum aktuell markierten Stofffluß aus dem betroffenen Prozeß gelöscht werden.

Vor der Ausführung dieses Befehls sollten Sie sich die Auswirkungen genau überlegen, denn durch einen solchen Löschvorgang wird Ihr Prozeßnetzwerk in seiner Struktur verändert.

Die Aktion MENGE LÖSCHEN kann weitreichende Folgen haben, wenn ein Stoff mehrere Prozesse miteinander verbindet, d.h. als Stofffluß zwischen mehreren Modulen auftaucht. Wird die Mengeneingabe gelöscht, so gehen evtl. Kopplungen zwischen ursprünglich durch diesen Stofffluß verbundenen Prozessen verloren, die Prozeßkette kann dadurch „unvollständig“ werden!



Maske/editieren

Bei Anwahl dieses Befehls öffnet sich die Eingabemaske zur Spezifikation von Stoffen, wie sie schon aus Kapitel 5.2.1 Eingeben und Ändern von Stoffen bekannt ist (siehe auch Abb. PUROLIT- 3 Das Fenster STOFFE - ÄNDERN). Die Daten zum aktuell markierten Stoff können hier detailliert nachgeschlagen und bei Bedarf auch geändert werden.

vervollständigen/Stoff überprüfen

Mit Auswahl dieses Befehls erscheint ein Fenster, das der Überprüfung dient, in welchen Prozessen der Prozeßkette der ausgewählte Stoff produziert wird (d.h. als Output vorkommt) und in welchen Prozessen der Prozeßkette der Stoffe konsumiert/eingesetzt wird (d.h. als Input vorkommt) (Abb. PUROLIT- 26).

Über die Befehlsschaltflächen <Erzeugungsprozeß suchen> und <Verarbeitungsprozeß suchen> können entsprechende Prozesse in der Datenbank gesucht, bei Wunsch ausgewählt und in die bestehende Prozeßkette integriert werden. Damit kann mit dieser Menüoption die aktuell bearbeitete Prozeßkette aufgebaut bzw. erweitert werden (vgl. auch 6.2.2.5 Aktionen, Abschnitt Stoffe überprüfen).

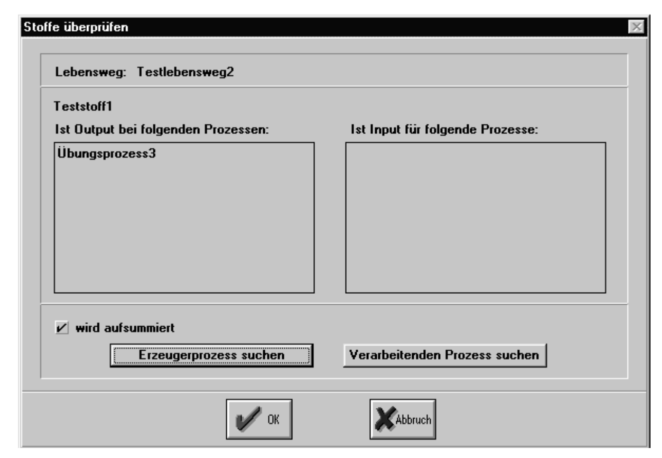


Abb. PUROLIT- 26 Das Kontextmenü STOFFE des Prozeßketten-Editors: Option VERVOLLSTÄNDIGEN/STOFF ÜBERPRÜFEN

Pseudoprozess einfügen/entfernen

Dieser Befehl erscheint entweder in der Form PSEUDOPROZESS EINFÜGEN oder PSEUDOPROZESS ENTFERNEN, je nach Kontext. Zu dem aktuell markierten Stoff wird durch diese Menüoption entweder ein Pseudoprozeß erzeugt oder – falls bereits ein Pseudoprozeß existiert – dieser wieder entfernt.

Die weiteren Befehle in diesem Kontextmenü sind selbsterklärend und werden hier nicht weiter erläutert. INFO und REPORTS entspricht den gleichnamigen Befehlen des Kontextmenüs von Prozessen.

6.2.3.3 Prozeßkette

Zur Aktivierung des Kontextmenüs die Prozeßkette gehen Sie vor wie folgt: Wählen Sie keines der Module der Prozeßkette und auch keinen Stofffluß aus, sondern führen Sie die Maus über einen leeren Bereich in der Prozeßketten-Darstellung und betätigen Sie die rechte Maustaste; daraufhin öffnet sich das Kontextmenü für die Prozeßkette. Soweit die Befehle nicht selbsterklärend sind, werden diese im folgenden kurz erläutert.

vervollständigen/alle Prozesse überprüfen

Mit dem ersten Befehl des Prozeßketten-Kontextmenüs kann die Softwareroutine PROZESSE ÜBERPRÜFEN für alle Module der Prozeßkette aktiviert werden, d.h. die Prüfroutine checkt sukzessive die gesamte Prozeßkette und fügt bei Bedarf weitere Prozesse bzw. Pseudoprozesse hinzu bis letztlich die vollständige Prozeßkette definiert ist. Kapitel 6.2.2.5 Aktionen stellt im Abschnitt „Prozesse überprüfen“ den Ablauf dieser Prüfroutine ausführlich dar.

Assistent

Für all diejenigen, die bei der Vervollständigung der Prozeßkette eine enge Führung durch die Software bevorzugen, bietet PUROLIT mit dem ASSISTENTEN eine solche Option (vgl. auch Kapitel 6.2.2.5 Aktionen).

Maske/editieren

...bietet Ihnen eine Eingabemaske an, in der Sie Daten zur Prozeßkette ändern können (Abb. PUROLIT- 27). Hier sehen Sie die Listen-orientierte Darstellung der Strukturelemente und Attribute einer Prozeßkette, wie Sie diese auch in den STAMMDATEN sehen.

Viele der Informationen, die Sie in der graphischen Darstellung der Prozeßkette leicht erfassen können (z.B. Modulverknüpfungen, Zugehörigkeit von Modulen zu Teilbilanzräumen, Aufsummierung von Stoffen/Pseudoprozesse etc.) sind in dieser Listenansicht nicht explizit dargestellt. Andererseits faßt diese Bildschirmmaske alle relevanten Informationen zur Prozeßkette zusammen und es können von diesem zentralen Punkt aus sogar beliebige Änderungen an der Prozeßkette vorgenommen werden (z.B. der Austausch von Modulen über die Befehlsschaltflächen <Einfügen> und <Ändern>.

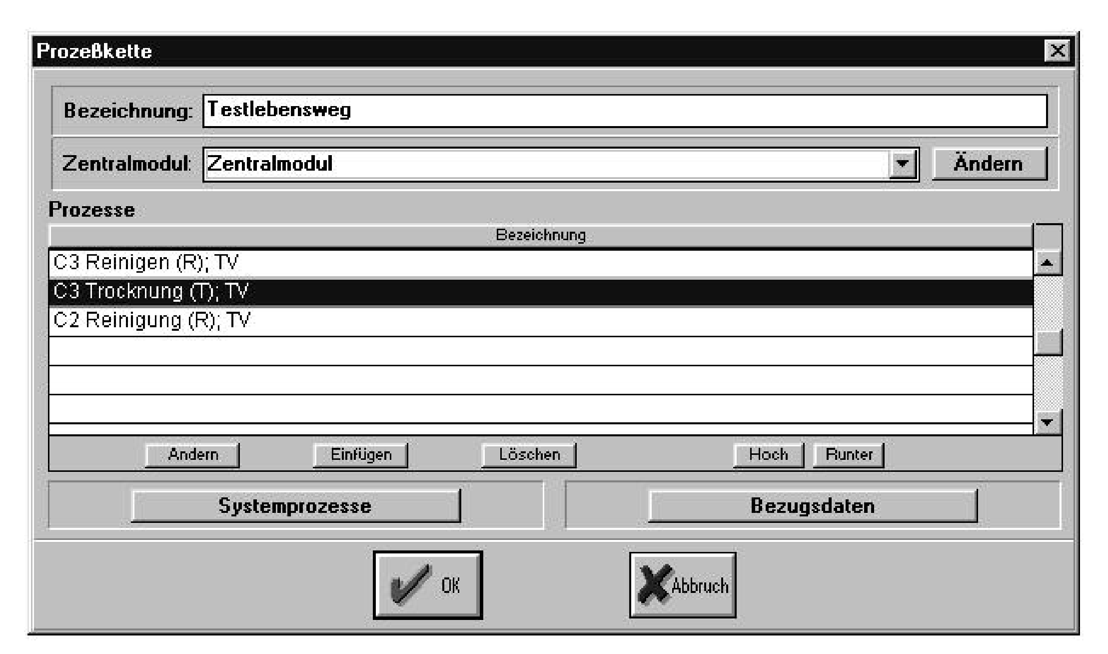
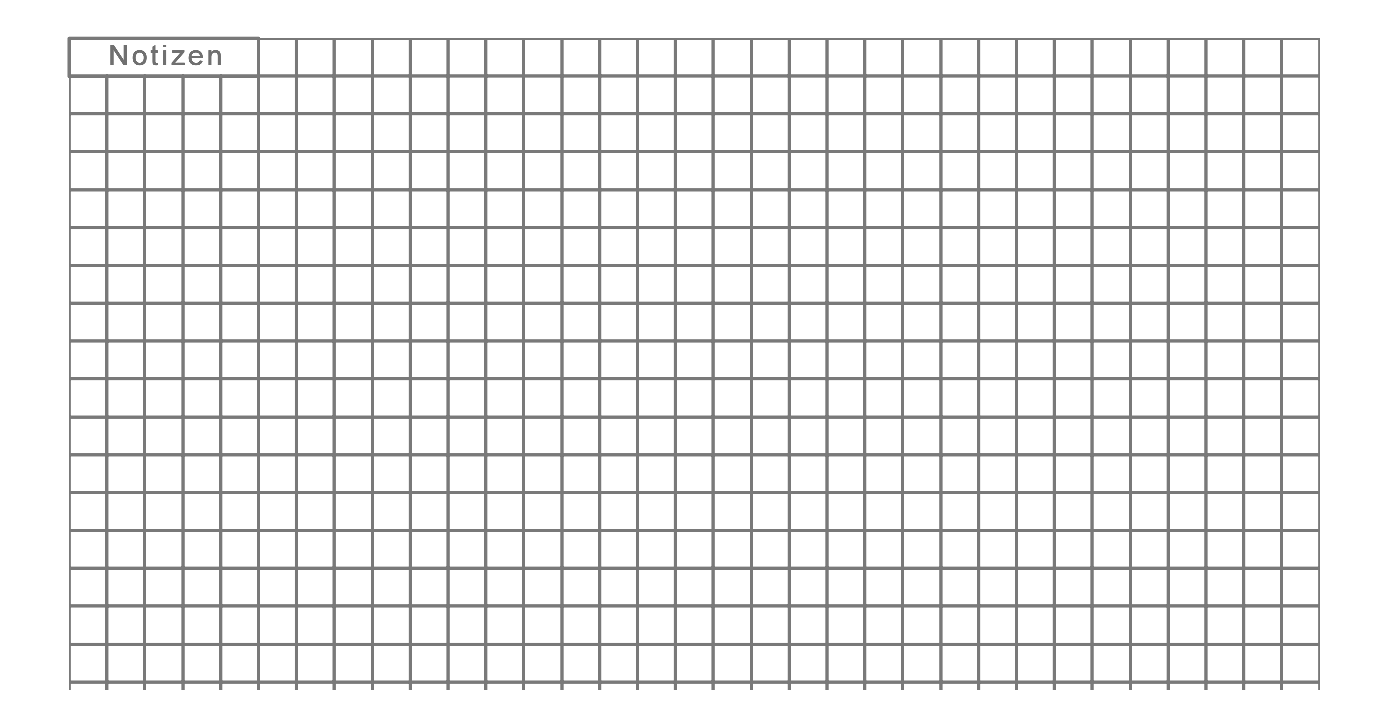


Abb. PUROLIT- 27 Das Kontextmenü PROZESSKETTE des Prozeßketten-Editors: Option MASKE/EDITIEREN



6.3 Ändern und Ausbauen einer vorhandenen Prozeßkette (top-down-Ansatz)

Im vorigen Kapitel wurden die Elemente des Prozeßketten-Editors beschrieben und der Umgang mit diesen Werkzeugen zur Konstruktion einer vollständigen Prozeßkette dargestellt (vom Detail zum Ganzen – Bottom-Up-Ansatz). In diesem Abschnitt lernen Sie nun, wie mit den Werkzeugen des Prozeßketten-Editors arbeiten, um

- eine vorhandene Prozeßkette zu Aktualisieren,
- eine vorhandene Prozeßkette an Ihre speziellen Verhältnisse anzupassen, oder
- eine Prozeßkette ausgehend von einem Grobmodell in iterativen Arbeitsschritten nach und nach zu verfeinern und auszubauen, bis eine vollständige Prozeßkette definiert ist.

Diese Vorgehensweise von einem großen Ganzen hin zu den Details nennt man auch Top-Down-Ansatz.

6.3.1 Ändern einer vorhandenen Prozeßkette

Was aber ist also nun, wenn eine vorhandene Prozeßkette im Zusammenhang mit einer Aktualisierung oder Spezialisierung lediglich abgeändert werden soll? Um sich die Arbeit einer erneuten Eingabe aller Prozesse und Module zu sparen, ermöglicht PUROLIT für solche Aufgaben das Laden einer bereits vorhandenen Prozeßkette aus der Datenbank, um diese dann in Teilen nach belieben abzuändern. Dies kann insbesondere für Szenarien-Berechnungen eine enorme Arbeitserleichterung sein, wenn für diese szenarischen Variationen die Prozeßstrukturen nur unwesentlich verändert werden.

Vom PUROLIT-Hauptmenü aus können Sie mit dem

➲ Menübefehl PROZEßKETTE und seinen

➲ Untermenüpunkten TECHNISCHES VERFAHREN - <ÄNDERN>

können Sie eine Prozeßkette aufrufen und laden. In einem Auswahlfenster werden Ihnen die vorhandenen Prozeßketten aus der Datenbank angeboten. Je nach aktuellem Bearbeitungsstand der ausgewählten Prozeßkette

- wird der Prozeßketten-Editor nun unmittelbar geladen (für die ausgewählte Prozeßkette sind bereits alle Schritte 1 - 4 zur Prozeßketten-Konstruktion bearbeitet worden; vgl. Kap. 6.1.2 Schritt 1: Beschreibung des Systems, Kap. 6.1.3 Schritt 2: Definition der „Funktionellen Einheit“, Kap. 6.1.4 Schritt 3: Definition des „Zentralmoduls“ und Kap. 6.1.5 Schritt 4: Aufruf des „Prozeßketten-Editors“) oder

- es wird in einen der Arbeitsschritte 1 bis 4 gesprungen (dann ist die Dateneingabe zur ausgewählte Prozeßkette bei einer früheren Bearbeitung genau in diesem Arbeitsschritt abgebrochen worden). Der Assistent führt Sie ausgehend von diesem Einstiegspunkt über die noch ausstehenden Arbeitsschritte, bis Sie auch in diesem Fall letztlich den Prozeßketten-Editor in Arbeitsschritt vier erreichen.

In beiden Fällen ist das Resultat letztlich gleich: Sie befinden sich im Prozeßketten-Editor, in dem Sie die ausgewählte Prozeßkette Ihren Anforderungen gemäß abändern können.

Die Funktionen und Befehle, die Ihnen der Prozeßketten-Editor zur Bearbeitung einer Prozeßkette bietet, sind im vorangegangenen Kapitel erläutert. Der Umgang mit diesen Elementen / Befehlen soll am nachfolgenden Beispiel dargestellt werden.



Übung:

⇒ Wählen Sie im PUROLIT-Fenster aus dem Menü PROZEßKETTE den Befehl TECHNISCHES VERFAHREN - <ÄNDERN>: es öffnet sich ein Fenster mit dem Titel „Technisches Verfahren“; darin finden Sie eine Liste aller bereits vorhandener Prozeßketten.

⇒ Entscheiden Sie sich für eine davon und wählen Sie diese mit der Maus an.

⇒ Betätigen Sie den Auswahlschalter <Ansehen>: sehen Sie sich das Fenster gut an, das sich öffnet; es enthält eine Liste aller Prozesse, die in der ausgewählten Prozeßkette vorliegen (vgl. auch Abb. PUROLIT- 27).

⇒ Brechen Sie die Ansicht des Fensters ab (Befehlsschaltfläche <Abbrechen>), PUROLIT führt Sie darauf hin wieder in das Listenfenster „Technisches Verfahren“

⇒ Stellen Sie sicher, daß Sie eine vollständig beschriebene Prozeßkette auswählen und bestätigen Sie mit <OK> (ist die Prozeßkette unvollständig, werden Ihnen Einstiegspunkte zur Fertigstellung angeboten; Sie müßten dann zunächst die Prozeßketten-Dokumentation vervollständigen).

⇒ Nun erstellt der Prozeßketten-Editor alle Verknüpfungen der ausgewählten Prozeßkette; hier können Sie nicht eingreifen, dieser Vorgang läuft vollautomatisch.

⇒ Sie befinden sich schließlich im Prozeßketten-Editor und die ausgewählte Prozeßkette wird angezeigt.

⇒ Verkleinern Sie die Ansicht mit dem Menübefehl DIAGRAMM - VERKLEINERN oder wählen Sie hierzu den Schalter

⇒ Fügen Sie ein Gitternetz ein, vergrößern und verkleinern Sie es; Nutzen Sie hierzu die Menübefehle unter DIAGRAMM oder die Schalter und schalten Sie das Gitternetz schließlich wieder aus.

⇒ Wählen Sie im Menü DIAGRAMM - PROZESS-SICHTBARKEIT den Befehl DIREKT EDITIEREN: Es öffnet sich ein Fenster, das alle vorhandenen Prozesse auflistet

⇒ Wählen Sie einen dieser Prozesse aus und bestätigen Sie mit <OK>: alle Grafikobjekte bis auf dieses eine ausgewählte verschwinden nun.

⇒ Wählen Sie denselben Menübefehl erneut an, betätigen Sie aber im Auswahlfenster den Schalter <Alle> und bestätigen Sie dann diese Auswahl mit <OK>: nun sind alle Grafikobjekte wieder sichtbar.

⇒ Klicken Sie im Menü auf PROZEßKETTE - INFO: PUROLIT zeigt Ihnen den Namen der Prozeßkette an.

⇒ Klicken Sie auf den Menübefehl PROZEßKETTE - MASKE: Es öffnet sich die Prozeßketten-Maske, die Sie schon von der Auswahl dieser Prozeßkette her kennen, nachdem Sie <Ansehen> gewählt hatten (vgl. Abb. PUROLIT- 27).

⇒ Stellen Sie sicher, daß Sie keinen Prozeß selektiert haben und wählen Sie dann der Reihe nach alle weiteren Befehle unter dem Menüpunkt PROZEßKETTE an, sehen Sie sich die Fenster an und beenden Sie diese jeweils mit <Abbruch>.

⇒ Wählen Sie unter AKTIONEN den Befehl ALLE PROZESSE ÜBERPRÜFEN. Sie sollten jetzt die Meldung erhalten *„Alle Prozesse sind vollständig“.*

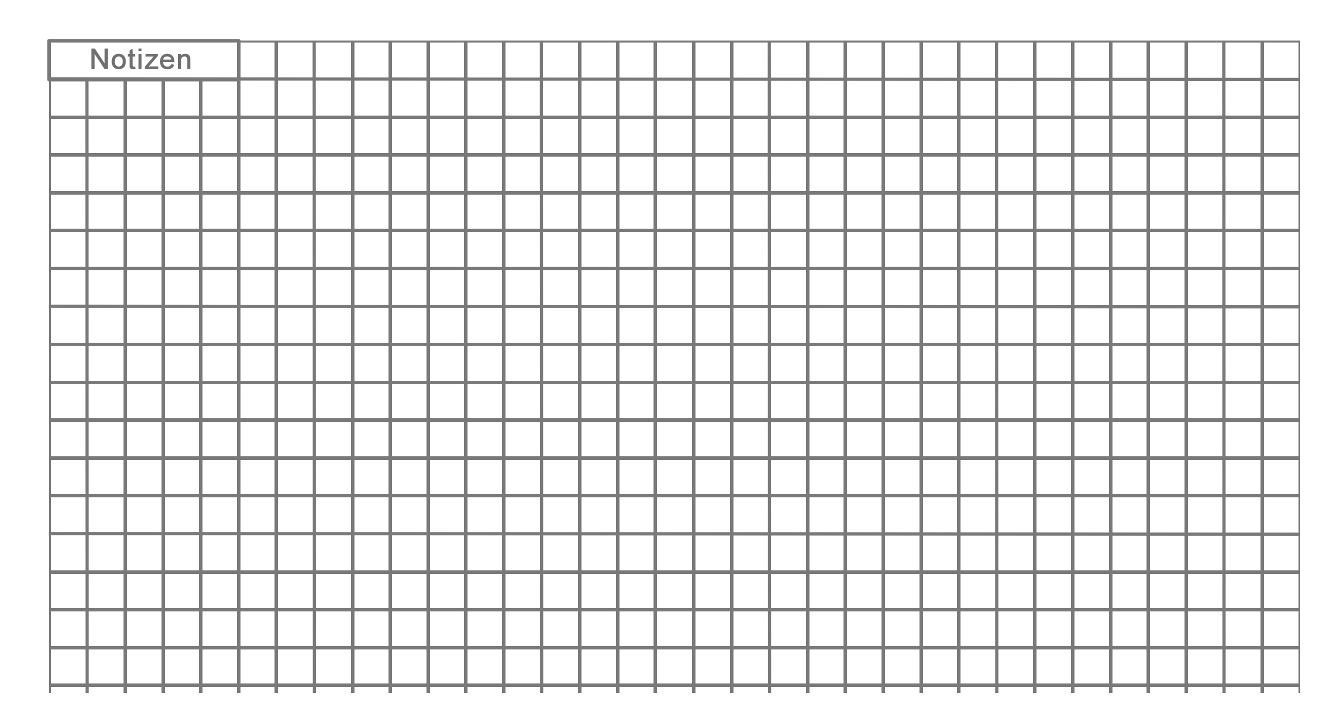
⇒ Sehen Sie sich auch die anderen Befehle und die darauf folgenden Fenster an ASSISTENTEN STARTEN bietet Ihnen die Prozeßketten-Bearbeitung wie sie in den älteren Programmversionen üblich war.)



Tip:

Legen Sie von Ihrer Datenbank eine Kopie an, die Sie zum Üben verwenden können. Starten Sie dann den Prozeßketten-Editor erneut und probieren Sie das Löschen und Einfügen von Prozessen und Stoffen.

Beobachten Sie insbesondere die direkten und indirekten Effekte, die Sie durch diese Operationen auslösen.



6.3.2 Ausbauen einer vorhandenen Prozeßkette

Die Erstellung einer Prozeßkette für ein Technisches Verfahren erfolgt in der Regel nicht in einem einzigen Arbeitsgang sondern in mehreren iterativen Arbeitsschritten. Zunächst wird ein (erstes) Prozeßkettenmodell konzipiert und mit Hilfe der dargestellten Werkzeuge des Prozeßketten-Editors implementiert.

Oftmals ergibt sich im Laufe eines Ökobilanzprojektes Aktualisierungs- und Ergänzungsbedarf, weil z.B. erst aus dem Zusammenhang des gesamten Prozeßnetzwerks erkennbar wird, daß Datensätze zu Stoff- und Energieflüssen prozeßübergreifend vereinheitlicht werden müssen bzgl. Abbildungstiefe, Namensgebung, etc. oder weil neue Fakten zu bisher noch unberücksichtigten, relevanten Flußgrößen bekannt werden.

PUROLIT unterstützt Sie auch bei einer solchen iterativen Vorgehensweise mit den notwendigen Software-Routinen, damit Sie diese Arbeiten effizient durchführen können.

6.3.2.1 Arbeiten mit Konzeptmodulen

Der Mechanismus zur Definition von Konzeptmodulen erlaubt es, Prozesse in eine Prozeßkette zu integrieren, auch wenn für diese zunächst erst die wichtigsten Input- und Outputströme bekannt sind („Konzeptstadium“), solche Prozesse in der graphischen Abbildung erkenntlich zu machen und diese dann zu späteren Zeitpunkten nach und nach mit den vollständigen Informationen zu ergänzen.

Die Arbeitsweise soll an einem Beispiel demonstriert werden.



Beispiel:

Bilanziert werden soll ein Technisches Verfahren zum „*Fräsen*" einer bestimmten Form ausgehend von einem definierten Rohling. Als Funktionelle Einheit für die Bilanzierung sei die Größe „*1000 gefräste Teile*" definiert. Als ZENTRALMODUL für die aufzubauende Prozeßkette ist der Prozeß „*Fräsmaschine*" geeignet, denn dieser steht in direktem Zusammenhang mit der funktionellen Einheit.

Im ersten Konzeptstadium könnte damit beispielsweise folgende Prozeßstruktur aufgebaut werden:

- Input in die „Fräsmaschine" sind „1000 Rohlinge".
- Daraus werden „1000 Fertigteile" gefräst.
- Pro Teil fallen 20 g Späne an, pro 1000 Rohlinge ergibt sich folglich ein Output von „20 kg Späne".
- Es ist bekannt, daß die Fräsmaschine mit Strom betrieben wird; der konkrete Energiebedarf pro Teil ist jedoch noch zu ermitteln.
- Es ist klar, daß weitere Hilfs- und Betriebsstoffe wie z.B. Schmieröl zu berücksichtigen sind; es liegen jedoch zum aktuellen Zeitpunkt noch keine genaueren Angaben zur Art und Menge der Stoffe vor.
- Auf Basis dieser Informationen könnte nun ein erstes Prozeßmodell in PUROLIT angelegt werden:

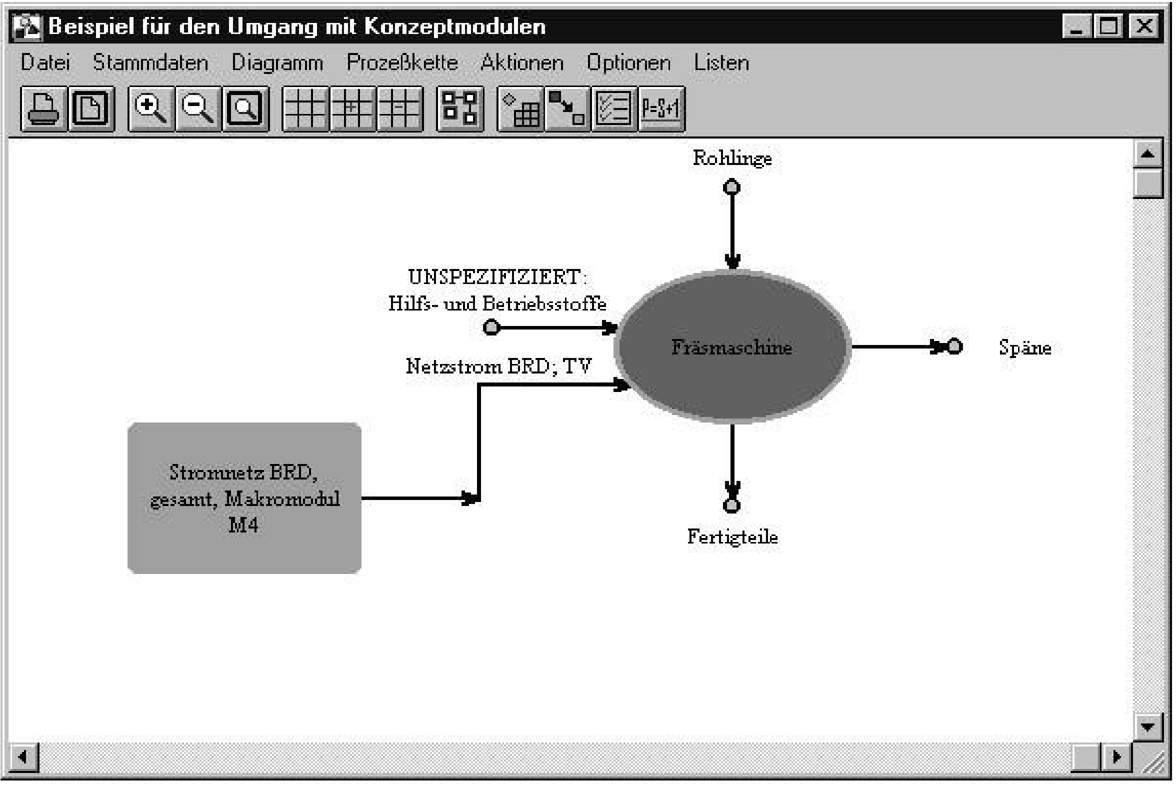


Abb. PUROLIT- 28 Beispiel zum Umgang mit Konzeptmodulen (Top-Down-Ansatz zur Prozeßkettenkonstruktion)

Und so ist dieses Prozeßmodell erstellt worden:

⇒ Im Kontextmenü für Prozesse findet sich der Befehl KONZEPTMODUL. Das Modul „Fräsmaschine“ ist mittels dieses Befehls markiert worden, die Graphische Nutzeroberfläche erkennt diese Qualitätseigenschaft und visualisiert diese dadurch, daß statt dem Kästchen ein Oval als Prozeßsymbol dargestellt wird.

⇒ Bei den PROZEß-NUTZERMENGEN wurden bei der Dateneingabe zum ZENTRALMODUL „*1000 Stück Rohlinge*“ als Input und „*1000 Stück Fertigteile*“ sowie „*20 kg Späne*“ als Outputströme eingetragen.

⇒ Zusätzlich wurde der Input an Netzstrom berücksichtigt: Als Energiefluß wurde „*Netzstrom BRD; TV*“ als Inputgröße gewählt (dadurch wird dieser Input und seine Vorkette dem Teilbilanzraum „Technisches Verfahren“ zugerechnet). Als Mengenangabe wurde ein hypothetischer Wert von „*1 kWh*“ definiert. Daß dieser Wert eine bloße Annahme darstellt, wurde über die Erhebungsart „*Konzept*“ vermerkt.

⇒ Als Stellvertreter für die noch unspezifizierten Hilfs- und Betriebsstoffe wurde ein Stofffluß „*UNSPEZIFIZIERT: Hilfs- und Betriebsstoffe*“ in das Modell aufgenommen. Bereits durch diese Bezeichnung der Flußgröße wird deren Charakter klar herausgestellt. Auch hier wurde ein hypothetischer Konzeptwert in die NUTZERMENGEN eingetragen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt den PUROLIT-Bildschirm nach Markierung des Zentralmoduls „*Fräsmaschine*“ und Auswahl der Aktion MASKE/EDITIREN aus dem Prozeß-Kontextmenü.

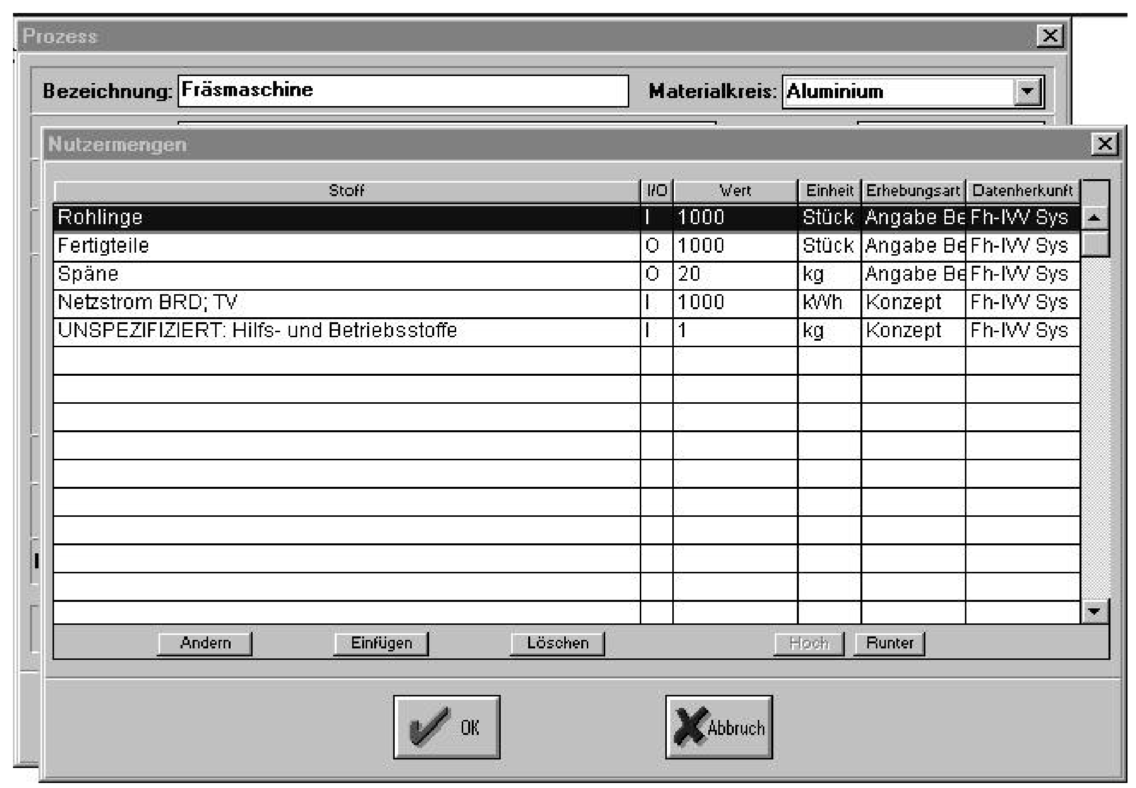


Abb. PUROLIT- 29 Beispiel zum Umgang mit Konzeptmodulen: die Definition von Stellvertretergrößen für noch zu erschließende Informationen.

⇒ Nachdem das Zentralmodul „*Fräsmaschine*“ mit den zu diesem Zeitpunkt bekannten Inputs und Outputs beschrieben worden ist, wurde der Prozeß markiert und mit der Menüfolge AKTIONEN - PROZESSE VERVOLLSTÄNDIGEN die Programmroutine zur Definition der Vor- und Nachketten aktiviert.

⇒ Beim Stoffstrom „*Netzstrom BRD; TV*“ wurde der Prozeß „Stromnetz BRD ...“ in der Datenbank als passender Erzeugungsprozeß gefunden und in die Prozeßkette integriert.

⇒ Alle anderen Stoffströme wurden aus Datenmangel nicht weiterverfolgt, so daß jeweils ein Pseudoprozeß angehängt wurde.

⇒ Insgesamt ergibt sich damit die Prozeßkette wie in Abb. PUROLIT- 28 dargestellt.

6.3.2.2 Prozeßketten nachträglich ändern bzw. erweitern

Aus der Prozeßketten-Graphik heraus können alle Prozesse und Stoffe nachträglich verändert werden. Diese Änderungen schließen selbstverständlich auch Ergänzungen von Stoff- und Energieflüssen und generellen Prozeßdokumentationen sowie die Fortschreibung bereits hinterlegter Informationen mit ein.

Markieren Sie den gewünschten Stoff oder Prozeß und aktivieren Sie mit der rechten Maustaste das zugehörige Kontextmenü. Die Menüoption Maske/editieren erlaubt nun die nötigen Modifikationen.



Hinweis:

Alle Änderungen, die Sie an Stoffen und Prozessen vornehmen, werden in die Datenbank zurückgeschrieben und sind damit nicht nur lokal für die aktuell bearbeitete Prozeßkette wirksam, sondern für alle Prozeßketten, in denen diese Datenelemente vorkommen.

Das Programm basiert auf einer hierarchischen Datenstruktur (vgl. Kapitel 5.3). Prozeßketten beispielsweise stützen sich auf die Definition von Prozessen, Prozesse stützen sich ihrerseits auf Stoffdefinitionen etc.

Nehmen wir z.B. den Prozeß „*Stromnetz BRD*“. Wenn Sie zur Beschreibung dieses Prozesses neue / weitere Daten erhalten, so sollen diese Zusatzinformationen selbstverständlich nur ein mal in die Datenbank eingetragen werden müssen und damit für alle Prozeßketten wirksam sein.

Andererseits bewirkt dieses Konzept aber auch, daß Änderungen an Prozessen/Stoffen etc., die Sie aus dem Prozeßketten-Editor heraus für die aktuell bearbeitete Prozeßkette vornehmen, automatisch auch zu Änderungen an anderen Prozeßketten führen können.

Seien Sie sich daher beim Ändern von Datenelementen immer bewußt, in welchen Prozeßketten diese Elemente vorkommen.



Tip:

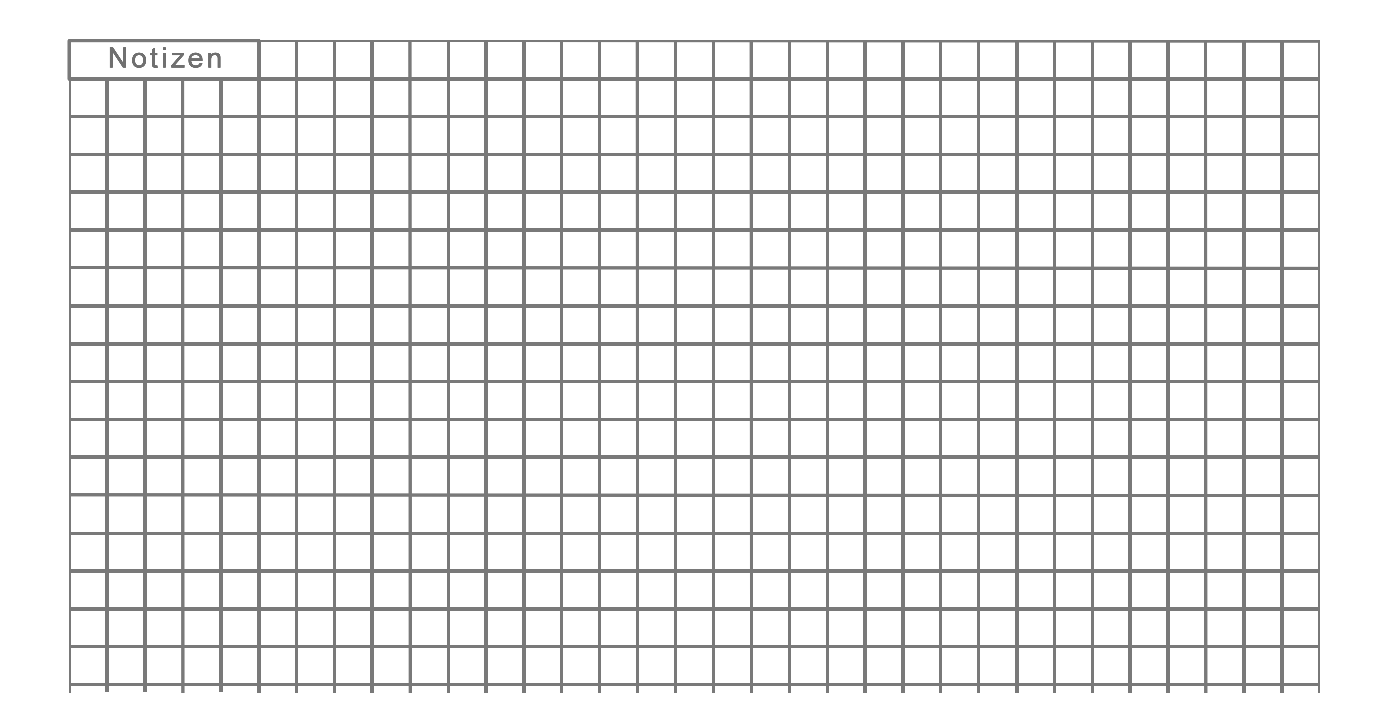
Für PROZESSE bietet die Druckroutine mit dem Report-Typ „PROZESSE (LW-KETTENGLIED)“ die Information, in welchen Prozeßketten (Lebenswegen, LW) die markierten Prozesse als sogenannte KETTENGLIEDER vorkommen. Genau diese Prozeßketten sind also von Änderungen an den entsprechenden Prozessen betroffen.

Für STOFFE gibt es einen ähnlichen Duck-Typ: „STOFFE (PROZESSE -I/O)“ stellt die Information zusammen, bei welchen Prozessen der jeweilige Stoff als Input oder als Output vorkommt.

Die Eingabefelder und deren Bedeutung sind für das weitere Vorgehen und eine korrekte Datendokumentation sehr wichtig. Bitte beachten Sie die Erläuterungen auf den folgenden Seiten.

6.3.2.3 Archivierung von Zwischenergebnissen

Oftmals kann es aus wünschenswert sein, eine Prozeßkette auch in einem Konzeptstadium bereits zu Berechnen und dieses Ergebnis zu Archivieren, bevor diese dann gezielt weiter ausgebaut wird. Die Vorgehensweise zur Berechnung von Bilanzergebnissen allgemein und die Archivierung von Bilanzergebnissen - und auch Zwischenergebnissen - (Dump-Datei) ist Inhalt von Kapitel 7.1.



7 Die Berechnung der Bilanzergebnisse

Wir haben bisher kennengelernt, wie man Stoffe und Prozesse definiert und in die Datenbank eingibt. Außerdem sollte Ihnen nun die generelle Vorgehensweise bekannt sein, wie Prozesse und Stoffe zu Prozeßketten verknüpft werden und wie vollständige Prozeßketten im Prozeßketten-Editor weiter bearbeitet oder abgeändert werden können. Nun können die Bilanzergebnisse (Sachbilanz und Umweltkennzahlen) berechnet werden.

Während das Programm die Berechnung automatisch durchführt und kein besonderes Zutun des Nutzers verlangt, kann die Art der Ergebnisausgabe vom Benutzer individuell, seinen Anforderungen gemäß, gewählt werden.

Die Vorgehensweise bei der Berechnung einer Bilanz und der sich anschließenden Datenausgabe, ist Gegenstand dieses Kapitels.

7.1 Die Berechnung einer Bilanz aus dem Prozeßketten-Editor

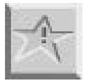
Erst wenn eine Prozeßkette „vollständig“ ist, kann sie berechnet werden (vgl. Kapitel 6.2.2.5, Abschnitt Prozesse überprüfen). Sie müssen also zunächst Ihre Arbeiten an der Prozeßkette abgeschlossen haben, bevor Sie die Berechnung starten können. Im Prozeßketten-Editor können Sie mit dem Befehl

➲ AKTIONEN/MATRIX ÜBERPRÜFEN

feststellen, ob Ihre Prozeßkette vollständig ist. Erst wenn die Antwort lautet

➲ *„Matrix ok“*

können Sie die Berechnung der Bilanz vornehmen.



Tip:

Zur Berechnung von Zwischenergebnissen können Sie die Prozeßkette „vollständig“ machen, indem Sie in allen Fällen, wo Daten zu Erzeugungs- bzw. Weiterverarbeitungsprozessen fehlen, durch die Option AUFSUMMIEREN beim STOFFE ÜBERPRÜFEN einen sog. PSEUDOPROZESS anhängen.

Vom Prozeßketten-Editor können Sie die Berechnung der Prozeßkette über das Kontextmenü der Prozeßkette unter dem Befehl

➲ BERECHNEN

starten. Eine andere Möglichkeit haben Sie über den Assistenten, der Ihnen ggf. aus früheren Programmversionen bekannt ist und den Sie unter dem Menü AKTIONEN finden. In beiden Fällen ist an Hand mehrerer Statusfenster der Fortgang der Berechnung ersichtlich. Ist diese abgeschlossen, meldet Ihnen ein Fenster

➲ *„Berechnung erfolgreich beendet“.*

Sie befinden sich nun wieder in einer neuen Programmumgebung: **die Ergebnis-Umgebung**. Die Menüleiste, die Sie nun sehen, enthält die Punkte BEENDEN, BILANZERGEBNIS und DUMPS. Mit dem ersten Menüpunkt **BEENDEN** Sie dieses Fenster und gelangen zum Prozeßketten-Editor zurück während **DUMP** Ihnen ermöglicht das Berechnungsergebnis zur Archivierung in einer sogenannten Dump-Datei abzuspeichern. Diese dient dazu, daß die fertige Bilanz nicht jedesmal neu berechnet werden muß und das Ergebnis - geschützt vor Änderungen und Fortschreibungen - festgeschrieben wird. Der Menüpunkt **BILANZERGEBNIS** wird im folgenden Kapitel näher erklärt.

7.2 Die Ansicht und Ausgabe der Ergebnisse

Nach erfolgreicher Berechnung der Bilanz befinden Sie sich in der Ergebnis-Umgebung des Programms. Für Ansicht und Ausgabe der Ergebnisdaten sind vor allem zwei Menüpunkte wesentlich, auf den wir uns hier beschränken wollen:

- BILANZERGEBNIS - ERGEBNISPROTOKOLL und
- BILANZERGEBNIS - AGGREGATIONSPROTOKOLL.

7.2.1 Bilanzergebnis - Ergebnisprotokoll

Haben Sie den

- Menüpunkt BILANZERGEBNIS - ERGEBNISPROTOKOLL angewählt, stehen Ihnen zwei weitere Unterpunkte zur Auswahl: TEILE AUSWÄHLEN und DRUCKEN.
- Mit TEILE AUSWÄHLEN können Sie festlegen, welche Teile in der Ausgabe Ihrer Bilanzergebnisse erscheinen sollen.

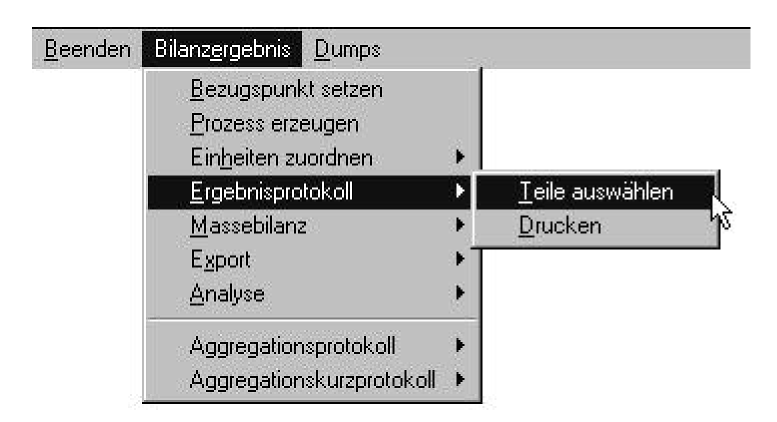


Abb. PUROLIT- 30 Das Menü der Ergebnis-Umgebung: Sachbilanz-Ergebnisprotokoll

➲ Wählen Sie den Menüpunkt TEILE AUSWÄHLEN an, so erscheint das Fenster wie in Abb. PUROLIT- 31.

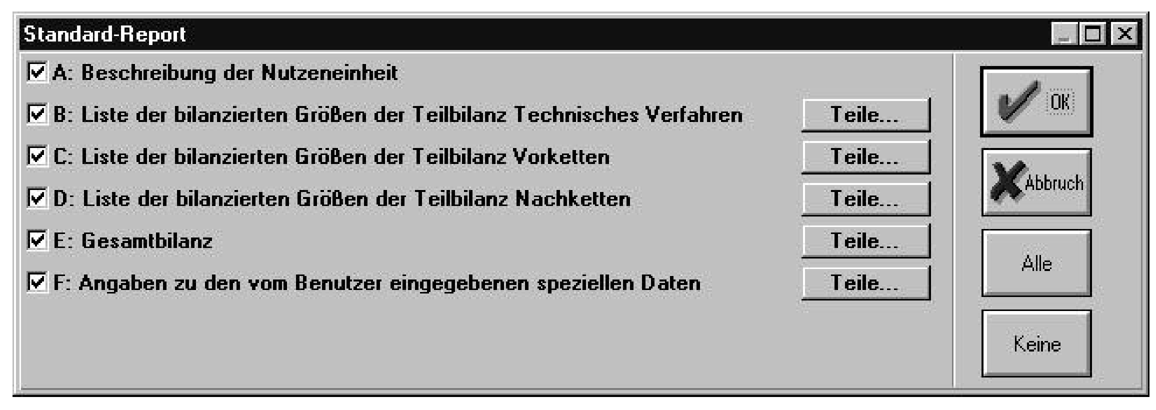


Abb. PUROLIT- 31 Standard-Report-Fenster zur Ausgabe der Bilanzergebnisse

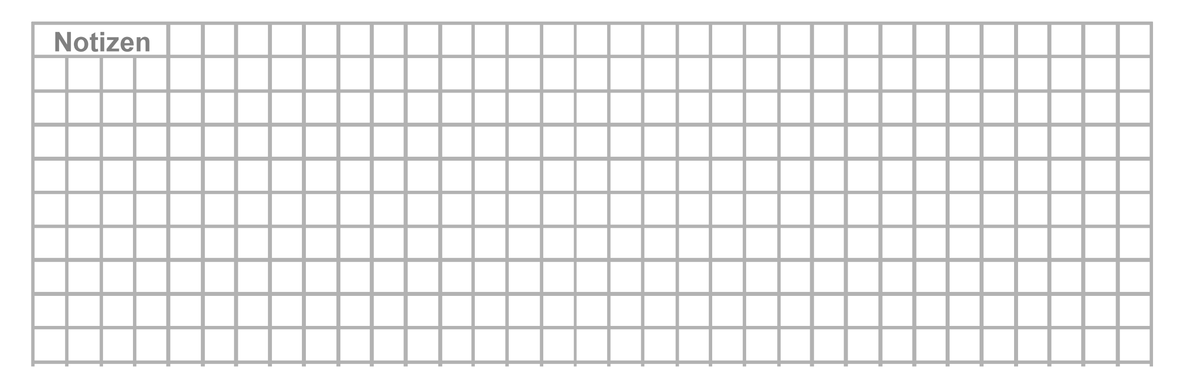
In diesem Fenster sind nun 6 Teile des Standard-Reports für Ihre Druckausgabe ausgewählt. Alle Report-Teile haben ihrerseits Substrukturen, die sich über die Befehlsschaltflächen **<Teile ....>** aktivieren/deaktivieren lassen. Sie können damit exakt die Teile des Ergebnis-Reports generieren und ausgeben lassen, die sie zu einem bestimmten Zeitpunkt interessieren.

Standardmäßig sind stets alle Ausgabeteile aktiviert, so daß Sie immer einen vollständigen Bericht erhalten, sofern Sie nicht bewußt und zielgerichtet einzelne Ausgabeteile ausschalten. Bestätigen Sie Ihre Einstellungen mit **<OK>**. Damit gelangen Sie wieder in das Hauptfenster der Ergebnis-Umgebung.

Wenn Sie Ihre Ausgabelisten ausgewählt haben, können sie mit dem Befehl

➲ BILANZERGEBNIS - ERGEBNISPROTOKOLL - DRUCKEN

in das Druckfenster wechseln. Hier können Sie sich die Ergebnisse in den von Ihnen ausgewählten Listen ansehen und sie auch mit dem gleichnamigen Befehl ausdrukken lassen. Die Routinen dieses Druckfensters arbeiten in der gleichen Weise, wie Sie diese bereits aus den STAMMDATEN kennen. Schlagen Sie bei Fragen im Handbuch-Kapitel 5.2.1, Abschnitt <Drucken> nach.



7.2.2 Bilanzergebnis - Aggregationsprotokoll

Als Sachbilanzergebnis erhalten Sie die Liste aller Umwelteinwirkungen, die mit dem betrachteten Verfahren verbunden sind. Diese Liste - ggf. noch aufgeteilt auf die definierten Teilbilanzräume - ist in der Regel sehr umfangreich.

Die Wirkungsbilanz aggregiert diese Ergebnisse auf ein Kennzahlengerüst von 13 Umweltauswirkungen. Das Ergebnis dieser wirkungsbezogenen Aggregation der Sachbilanzgrößen wird im **Aggregationsprotokoll** ausgewiesen.

- Das (ausführliche) **AGGREGATIONSPROTOKOLL** stellt in einer Ergebnismatrix zu jeder Sachbilanzposition deren Beitrag zu jeder der 13 Wirkkategorien dar.
- Daneben bietet PUROLIT das **AGGREGATIONSKURZPROTOKOLL**. Dieses faßt in kompakter Form die 13 Wirkkenngrößen für den Gesamtbilanzraum und die definierten Teilbilanzräume zusammen.

Jedes der beiden Wirkbilanzprotokolle enthält zudem einen Abschnitt, in dem alle Stoff- und Energieströme aufgelistet werden, die auf keine der 13 Wirkkenngrößen abgebildet werden.

Wie beim Ergebnisprotokoll für die Sachbilanz (siehe vorheriger Abschnitt) haben Sie auch hier die beiden Menüpunkte TEILE AUSWÄHLEN und DRUCKEN:

➲ Mit dem Menüpunkt BILANZERGEBNIS - AGGREGATIONS(KURZ)PROTOKOLL - TEILE AUSWÄHLEN können Sie festlegen, welche Teile in der Ausgabe Ihrer Bilanzergebnisse erscheinen sollen.

➲ Mit dem Menüpunkt BILANZERGEBNIS - AGGREGATIONS(KURZ)PROTOKOLL - DRUCKEN wechseln Sie in das Druckfenster. Hier können Sie sich die Ergebnisse in den von Ihnen ausgewählten Listen ansehen und sie auch mit dem gleichnamigen Befehl ausdrucken lassen. Die Routinen dieses Druckfensters arbeiten in der gleichen Weise, wie Sie diese bereits aus den STAMMDATEN kennen. Schlagen Sie bei Fragen im Handbuch-Kapitel 5.2.1, Abschnitt <Drucken> nach.

8 Die Erstellung der Systemkostenanalyse

8.1 Methodische Grundprinzipien für die Dateneingabe

Die Systemkostenanalyse bezieht sich gemäß Methodendefinition nicht auf den Gesamtbilanzraum des Technischen Verfahrens sondern nur auf den Teilbilanzraum Technisches Verfahren (vgl. Abschlußbericht zur Methodik, Kapitel A.1.3).

Folgende **Prinzipien der Prozeßmodellierung** sind aus methodischer Sicht zu beachten und bei der Arbeit mit PUROLIT einzuhalten:



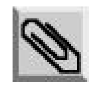
- Das ZENTRALMODUL einer PROZEẞKETTE liegt innerhalb des kostenrelevanten Teilbilanzraums „Technisches Verfahren".
- Kostenrelevant sind alle Prozesse innerhalb des Teilbilanzraums „Technisches Verfahren". Prozesse, die anderen Teilbilanzräumen zugeordnet sind (dies sind die Teilbilanzräume „Vorketten", „Energiebereitstellung Reinigungsanlage" und „Nachketten"), werden in der Kostenbilanz nicht berücksichtigt.
- Mit Kosten bzw. Erlösen können ausschließlich die Stoff- und Energieflußgrößen an der Schnittstelle zum Teilbilanzraum „Technisches Verfahren" belegt werden.
- Stoff- und Energieflüsse innerhalb des Teilbilanzraums „Technisches Verfahren" und außerhalb dieses Teilbilanzraumes dürfen nicht mit Kosten belegt werden; sie sind als kostenneutral zu betrachten.
- Stoff- und Energieflußgrößen müssen auch unter Kostenaspekten eindeutig bezeichnet werden.



Beispiel:

Einem nicht näher spezifizierten Stoff *„Abfall aus der Reinigungsanlage"* kann keine eindeutige Kostengröße zugeordnet werden. Beispielsweise wird im Falle einer CKW-Anlage dieser Stoffstrom mit anderen Entsorgungsgebühren verbunden sein als im Falle wäßriger Anlagen.

- Die Software ist so konfiguriert, daß sie nur für „sinnvolle" und methodengemäß berücksichtigte STOFFE die Eingabe von Kosten bzw. Erlösen zuläßt.



Beispiel:

Für einzelne Emissionsströme in die Atmosphäre oder in Wasser werden keine Kosten berücksichtigt; die Kosten beziehen sich vielmehr z.B. auf Gesamt-Abwasserströme.

Durch diesen Mechanismus bietet PUROLIT Sicherheit im bezug auf Methodenkonsistenz und entlastet den Nutzer, so daß dieser nicht lange Stofflisten durchgehen muß, von denen ein Großteil ohnehin nicht kostenrelevant ist.

8.2 Vorarbeiten und Start des „Assistenten"

Eine Systemkostenanalyse kann nur für „vollständig" beschriebene und berechenbare Prozeßketten erstellt werden (MATRIX PRÜFEN bringt die Meldung *„Matrix vollständig";* vgl. Kapitel 6.1 und Kapitel 6.2.2.5).

Sobald Sie alle nötigen Daten zu Prozeß- und Stoffstrom-gebundenen Kosten bzw. Erlösen erhoben haben (vgl. Abschlußbericht zur Methodik, Kapitel A.1.3) und die zugehörigen Prozeßketten in PUROLIT vollständig beschrieben haben, können Sie mit der Erstellung der Systemkostenanalyse beginnen.

Zunächst ist also festzulegen, für welche Prozeßkette die Kostenbilanz erstellt werden soll. Es werden nur vollständige, berechenbare Prozeßketten zur Auswahl angeboten. Auch hier bietet PUROLIT einen Assistenten, der Sie durch die einzelnen Arbeitsschritte führt.

8.3 Schritt 1: Auswahl der Prozeßkette

Wählen Sie aus dem PUROLIT-Hauptmenü die Menüpunkte

➲ SYSTEMKOSTENANALYSE - ERSTELLEN.

➲ Sie sehen das Prozeßketten-Listenfenster, in dem Sie die gewünschte Prozeßkette markieren und mit der Befehlsschaltfläche <OK> auswählen können.

Zur Bilanzierung der Kosten führt der sogenannte Systemkosten-Assistent den Programmnutzer durch eine Folge von Arbeitsschritten, die nacheinander bearbeitet werden:

- die Definition der Kostenstruktur für die Bilanz,
- die Eingabe der Kostengrößen,
- die Eingabe übergeordneter Anlagenparameter und
- Routinen zur Prüfung der Nutzereingaben bzgl. Vollständigkeit.

8.4 Schritt 2: Definition der Kostenstruktur für die Bilanz

Nach Auswahl der gewünschten Prozeßkette und Bestätigung mit <OK> lädt das Programm zunächst alle für die Bilanzierung nötigen Informationen zur Prozeßkette aus der Datenbank. PUROLIT zeigt Ihnen die einzelnen Datenobjektklassen und den Fortschritt beim Ladevorgang durch entsprechende Meldungen an. Hier müssen Sie nichts weiter tun.

Schließlich sehen Sie ein Fenster mit folgenden Hinweisen zum ersten Arbeitsschritt:

In diesem Arbeitsschritt wird die Struktur für die zu erstellende Kosten- und Erlösbilanz definiert. Für eine solche Kosten- und Erlösstruktur ist festzulegen

- welche Kostenarten bzw. Erlöse berücksichtigt werden sollen
- welche Kosten- bzw. Erlösbezeichnungen zu den ausgewählten Kostenarten und Erlösen dokumentiert und berechnet werden sollen und
- welchem Kosten- bzw. Erlöstyp die jeweiligen Bezeichnungen zuzuordnen sind.

Die bekannten Kostenarten und Erlöse mit ihren Bezeichnungen aus den Stammdaten werden als Voreinstellung für die Struktur angeboten. Diese Voreinstellung kann jedoch geändert, erweitert oder reduziert werden.

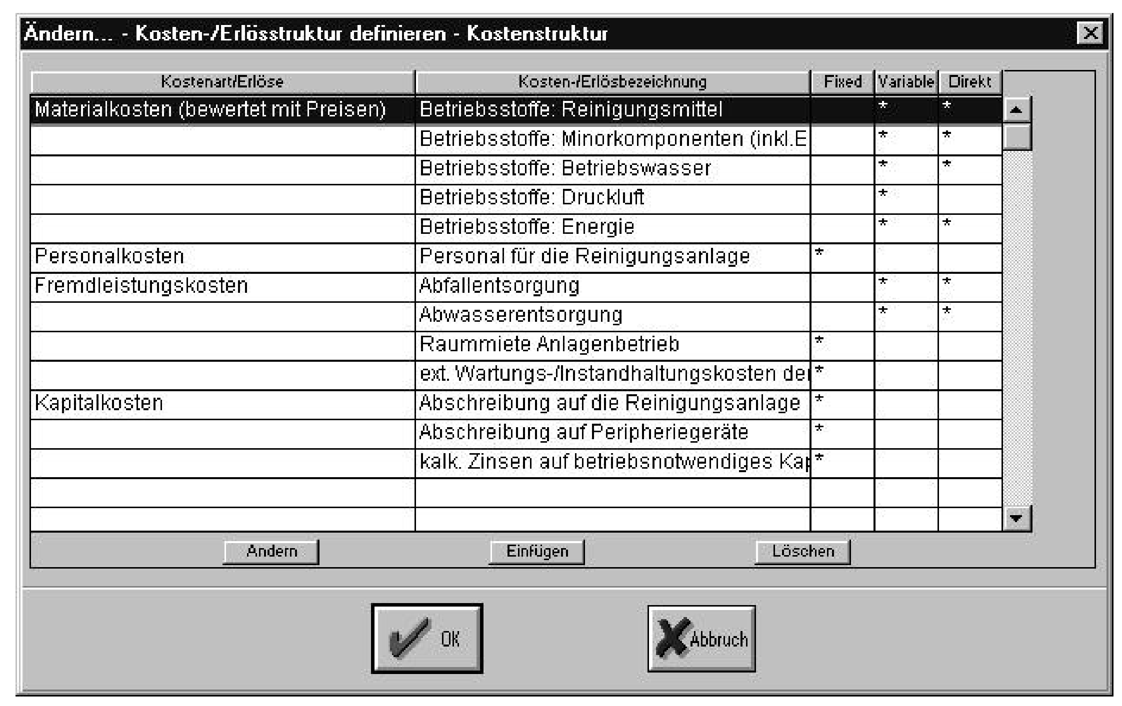
Im Abschlußbericht zur Methodik, Kapitel A.1.3 und im Glossar, Abschnitt „Begriffe aus der Systemkostenanalyse“ finden Sie Informationen zu den Begrifflichkeiten. Das folgende Beispiel zeigt Ihnen eine mögliche Kostenstruktur.

Beispiel:

Kostenart	Kostenbezeichnung	Kostentyp
Materialkosten	*Materialbeschaffung Vorprodukte*	*variabel, direkt Stofffluß-abh.*
	Entsorgung von Rückständen	*variabel, direkt Stofffluß-abh.*
Personalkosten	*Beschickung der Anlage*	*variabel, nicht direkt Stofffluß-abh.*
	Interne Wartung und Instandhaltung	*Fixkosten*
Fremdleistungen	*Energiebereitstellung*	*variabel, direkt Stofffluß-abh.*
	Externe Wartung und Instandhaltung	*Fixkosten*

Für jede Prozeßkette kann eine jeweils unterschiedliche, individuelle Kosten/Erlösstruktur für die Kostenanalyse zugrunde gelegt werden. Mit der Befehlsschaltfläche <Kosten/Erlösstruktur definieren> starten Sie die zugehörige PUROLIT-Programmroutine.

Zunächst zeigt PUROLIT ein Programmfenster ähnlich dem aus Abb. PUROLIT- 32. In die vorgeschlagene „Standard-Kostenstruktur“ übernimmt PUROLIT alle Kostenarten und Kostenbezeichnungen, die bereits im System hinterlegt sind (vgl. STAMMDATEN - KOSTEN/ERLÖSE - KOSTENART/ERLÖSE und STAMMDATEN - KOSTEN/ERLÖSE - KOSTEN-/ERLÖSBEZEICHNUNG).



Kostenart/Erlöse	Kosten-/Erlösbezeichnung	Fixed	Variable	Direkt
Materialkosten (bewertet mit Preisen)	Betriebsstoffe: Reinigungsmittel		*	*
	Betriebsstoffe: Minorkomponenten (inkl.E		*	*
	Betriebsstoffe: Betriebswasser		*	*
	Betriebsstoffe: Druckluft		*	
	Betriebsstoffe: Energie		*	*
Personalkosten	Personal für die Reinigungsanlage	*		
Fremdleistungskosten	Abfallentsorgung		*	*
	Abwasserentsorgung		*	*
	Raummiete Anlagenbetrieb	*		
	ext. Wartungs-/Instandhaltungskosten de	*		
Kapitalkosten	Abschreibung auf die Reinigungsanlage	*		
	Abschreibung auf Peripheriegeräte	*		
	kalk. Zinsen auf betriebsnotwendiges Ka	*		

Abb. PUROLIT- 32 Programmfenster zur Definition der Kosten-/Erlösstruktur

Wie im Hinweisfenster zu Schritt 2 bereits zum Ausdruck gebracht wurde, kann diese Voreinstellung für die Struktur mittels der Befehlsschalter <Ändern>, <Einfügen> und <Löschen> bearbeitet und modifiziert werden.

Bestätigen Sie zum Abschluß Ihre Arbeiten mit <OK>. Der Assistent führt Sie dann automatisch zum nächsten Arbeitsschritt.

8.5 Schritt 3: Eingabe der Kosten- und Erlösgrößen

Der Systemkosten-Assistenten stellt Ihnen die Aktionen zum dritten Arbeitsschritte vor:

In diesem dritten Arbeitsschritt zur Erstellung der ökonomischen Bilanz werden die konkreten Kosten- und Erlösgrößen für Stoff- und Energieflüsse sowie für Module der Prozeßkette eingegeben.

Dazu führt das Programm durch die passenden Eingabemasken für alle Kosten- und Erlösbezeichnungen, die in der Definition der Kosten- und Erlösstruktur im vorherigen Arbeitsschritt definiert wurden:

- Kosten/Erlöse des Typs „variabel, direkt Stofffluß-abhängig“ werden über die Eingaberoutine „Stoff-Kosten/Erlöse“ beschrieben,
- Kosten/Erlöse des Typs „variabel, nicht direkt Stofffluß-abhängig“ werden über die Eingaberoutine „Prozeß- variable Kosten/Erlöse“ erfaßt und
- Kosten/Erlöse des Typs „Fixkosten/-erlöse“ werden über die Eingaberoutine „Prozeß-Fixkosten/-erlöse“ definiert.

Sind aus der Stammdatenverwaltung oder von ökonomischen Bilanzen anderer Prozeßketten bereits passende Kosten- und Erlösgrößen bekannt, so werden diese vom System angeboten.

Wählen Sie die Befehlsschaltflächen

- ➲ <Weiter> und
- ➲ <Kosten-/Erlösgrößen eingeben>.

Der PUROLIT-Assistent führt Sie durch die weiteren Schritte: Er bietet Ihnen nacheinander für jede Kostenbezeichnung, die Sie in der Kostenstruktur definiert haben, abhängig vom jeweiligen Kostentyp eine passende Eingaberoutine an. Diese Eingaberoutine wird so lange wiederholt, bis alle nötigen Kostendaten eingegeben sind.

Die nachfolgenden Ausführungen stellen die Dateneingabe für die drei unterschiedlichen Kostentypen dar. Der konkrete Ablauf für die Dateneingabe in diesem Schritt wird im konkreten Anwendungsfall von PUROLIT dynamisch gesteuert, d.h. die Reihenfolge der Dateneingabe zu den drei Kostentypen kann von der nachfolgend gewählten Reihenfolge abweichen, wenn Ihre aktuell bearbeitete Kostenstruktur anders aufgebaut ist.

8.5.1 Die Eingaberoutine STOFF - KOSTEN

Zur Spezifikation der Kosten/Erlöse, die direkt Stoff- und Energieflußabhängig (und damit durchsatzabhängig) sind, wird auf das Konzept zur Definition allgemeiner Stoffeigenschaften aufgebaut und dieses um ein Attribut (Kostenbezeichnung) erweitert. Generell erfolgt die Dateneingabe über einen Funktions-Button <Kosten> in der Stoff-Datenmaske. Alternativ ist in den STAMMDATEN auch ein Zugang über die Menüfolge STAMMDATEN - STOFFE - KOSTEN/ERLÖSE möglich.

Nach Bestätigung der Schaltfläche

- ➲ <Kosten-/Erlösgrößen eingeben>

für eine Kostenbezeichnung des Typs „direkt energie- und stoffflußabhängig" zeigt Ihnen PUROLT ein Tabellenfenster, in dem Sie mit den Schaltern <Ändern>, <Einfügen> und <Löschen> den Stoffen Ihrer Prozeßkette Kosten bzw. Erlöse zuordnen können.

PUROLT führt selbstverständlich auch hier im Hintergrund eine Reihe von Prüfroutinen durch, die Sie vor inkonsistenten Dateneingaben schützen. So bietet PUROLIT Ihnen in dieser Maske nur solche Stoff- und Energiegrößen an, die in der aktuellen Prozeßkette überhaupt vorkommen, und dies auch nur, wenn Sie im kostenrelevanten Teilbilanzraum „Technisches Verfahren" auftreten.

Darüber hinaus sucht PUROLIT, ob in der Datenbank bereits Daten zu Kosten/Erlösen für diese Kostenbezeichnung hinterlegt sind und bietet diese Datensätze in der Bildschirmmaske an.

Abb. PUROLIT- 33 zeigt exemplarisch ein solches Listenfenster für eine direkt energie- und stoffflußabhängige Kostenbezeichnung *„Betriebsstoffe (Reinigungsmittel)"*.

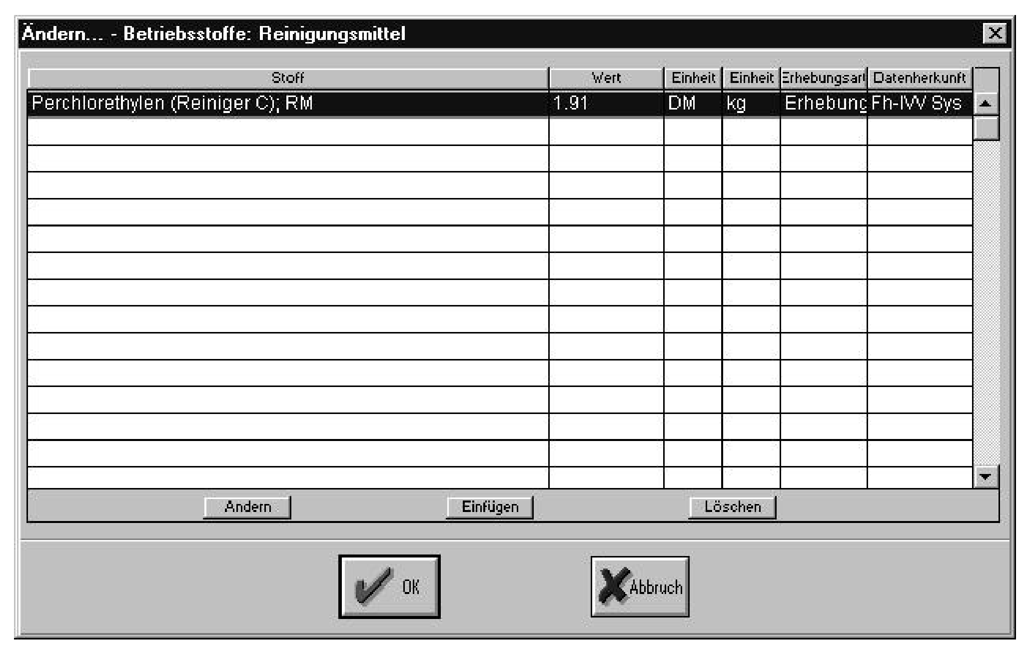


Abb. PUROLIT- 33 Tabellenfenster zur Eingabe von Stoff-Kosten

Mit der Schaltfläche <Einfügen> gelangen Sie in die Eingabemaske zur Definition von Stoff-Kosten. PUROLIT trägt in diese Datenmaske automatisch

- die Kostenbezeichnung.

ein. Folgende Parameter sind durch Sie zu ergänzen:

- die Bezeichnung des Stoffes
- die Kosten/Erlöse (Wert und Einheit) für eine definierte Menge des Stoffs
- Datenherkunft und Erhebungsart für dieses Datum

Abb. PUROLIT- 34 zeigt diese Eingabemaske am Beispiel der Kostenbezeichnung *„Betriebsstoffe (Reinigungsmittel)“* für den Stoff *„Perchlorethylen, Reinigungsmittel...“* und die Kostengröße *„1,91 DM pro kg“*.

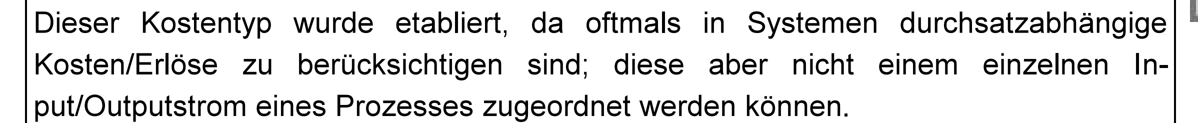


Abb. PUROLIT- 34 Dateneingabemaske für STOFF – KOSTEN

8.5.2 Die Eingaberoutine PROZESS - VARIABLE KOSTEN/ERLÖSE

Mit dieser Softwareroutine können Prozessen durchsatzabhängige Kosten zugeordnet werden.

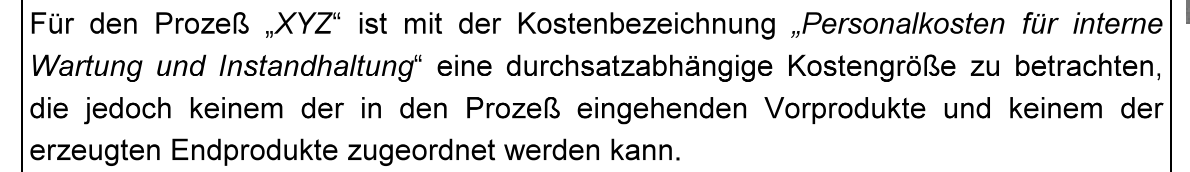
Hinweis:



Dieser Kostentyp wurde etabliert, da oftmals in Systemen durchsatzabhängige Kosten/Erlöse zu berücksichtigen sind; diese aber nicht einem einzelnen Input/Outputstrom eines Prozesses zugeordnet werden können.



Beispiel:



Für den Prozeß „*XYZ*“ ist mit der Kostenbezeichnung *„Personalkosten für interne Wartung und Instandhaltung*“ eine durchsatzabhängige Kostengröße zu betrachten, die jedoch keinem der in den Prozeß eingehenden Vorprodukte und keinem der erzeugten Endprodukte zugeordnet werden kann.

Nach Bestätigung der Schaltfläche <Kosten-/Erlösgrößen eingeben> für eine Kostenbezeichnung des Typs „variabel“ die jedoch nicht direkt einzelnen Stoff- oder Energieflußgrößen zugeordnet werden können, zeigt Ihnen PUROLIT ein Tabellenfenster, in dem Sie mit den Schaltern <Ändern>, <Einfügen> und <Löschen> den Prozessen Ihrer Prozeßkette Kosten bzw. Erlöse zuordnen können.

Eine Prüfroutine, die PUROLIT im Hintergrund automatisch durchführt, stellt sicher, daß Sie hier nur Kosten bzw. Erlöse für solche Prozesse eingeben, die im kostenrelevanten Bereich liegen. Für die Bilanzierung von Reinigungsverfahren heißt das konkret: die Prozesse des Teilbilanzraums „Reinigungsanlage“.

Bei der Erstellung der Kostenbilanz kann auch hier auf bereits eingegebene Prozeß-Kosten zurückgegriffen werden. Passende Datensätze werden im Tabellenfenster Prozesse - variable Kosten angezeigt. Mit der Schaltfläche <Einfügen> gelangen Sie in die Eingabemaske für variable Prozeß-Kosten. PUROLIT trägt in diese Datenmaske automatisch

- die Bezeichnung des Prozesses und
- die Kostenbezeichnung,

ein. Folgende Parameter sind durch Sie zu ergänzen:



- die Kosten/Erlöse (Wert und Einheit) für den Prozess (und zwar **bezogen auf die Input-/Outputwerte, wie der Prozeß in den Stammdaten definiert ist**, d.h. bei **Prozeßniveau 1**) und
- Datenherkunft und Erhebungsart für dieses Datum.



Hinweis:

Für den speziellen Fall der Bilanzierung von Reinigungsverfahren wurde methodisch festgelegt, daß die variablen, nicht direkt energie- und stoffflußabhängigen Kosten nicht für alle Teilprozesse des Verfahrens (so wie für die Prozeßkettenmodellierung strukturiert) erhoben werden; vielmehr werden die Kosten für die gesamte Anlage (den Teilbilanzraum „Technisches Verfahren“ als Ganzes) erhoben. Bezug ist jeweils die Nutzeneinheit.

Für die Kostenbilanzen im Rahmen dieses Projektes werden daher bei der praktischen Anwendung des Programms diese Kosten an einem einzigen Modul des Teilbilanzraums „Technisches Verfahren“ festgemacht. Hierfür ist das ZENTRALMODUL in besonderer Weise geeignet, da dieses Modul in jeder Prozeßkette definiert ist und sich zudem per definitionem direkt auf eine technische Nutzeneinheit bezieht.

8.5.3 Die Eingaberoutine PROZESS - FIXKOSTEN/ERLÖSE

Die Fixkosten sind durchsatzunabhängig und somit unabhängig von Energie- und Stoffflüssen und von Prozeßniveaus der einzelnen Module der Prozeßkette. Fixkosten werden definiert als Kosten / Jahr.

Nach Bestätigung der Schaltfläche <Kosten-/Erlösgrößen eingeben> für eine Kostenbezeichnung des Typs Fixkosten zeigt Ihnen PUROLIT ein Tabellenfenster, in dem Sie mit den Schaltern <Ändern>, <Einfügen> und <Löschen> den Prozessen Ihrer Prozeßkette Fixkosten bzw. Erlöse zuordnen können.

Die PUROLIT-Prüfroutine stellt sicher, daß Sie hier nur Kosten bzw. Erlöse für solche Prozesse eingeben, die im kostenrelevanten Bereich liegen. Für die Bilanzierung von Reinigungsverfahren heißt das konkret: die Prozesse des Teilbilanzraums „Reinigungsanlage“.



Hinweis:

Zur Anwendung für den speziellen Fall der Bilanzierung von Reinigungsverfahren wird mit den Fixkosten analog verfahren wie mit den variablen, nicht stoffstromabhängigen Kosten: sie werden für das ZENTRALMODUL definiert.

Mit der Schaltfläche <Einfügen> gelangen Sie vom Tabellenfenster für Prozesse - Fixkosten in die Eingabemaske zur Definition von Fixkosten. Auch hier nimmt PUROLIT wieder automatisch die Einträge in den Eingabefeldern vor:

- Bezeichnung des Prozesses und
- Kostenbezeichnung.

Folgende Parameter sind durch Sie zu ergänzen:

- die Fixkosten (Wert und Einheit) für den definierten Prozess und die betrachtete Fixkostenbezeichnung sowie
- Datenherkunft und Erhebungsart für dieses Datum.

Abb. PUROLIT- 35 zeigt diese Eingabemaske am Beispiel der Kostenbezeichnung „*Personal für die Reinigungsanlage*“ mit der Kostenposition „*184920 DM pro Jahr*“.



Abb. PUROLIT- 35 Dateneingabemaske für PROZESS – FIXKOSTEN

8.6 Schritt 4: Eingabe übergeordneter Anlagenparameter

Die stoff- und prozeßgebundenen Kostengrößen sind nun eingegeben. Die durchsatzabhängigen Kosten (variable Stoffkosten und variable Prozeßkosten) können von der Software automatisch für die funktionelle Einheit der Ökobilanz berechnet werden. Die durchsatzunabhängigen Kosten (Fixkosten) sind jedoch zeitabhängig definiert. Um nun eine Kostenanalyse zu berechnen, die sowohl die durchsatzabhängigen als auch die Fixkosten zu einer Gesamtgröße zusammenfaßt, sind noch einige übergeordnete Anlagenparameter einzugeben. Der Systemkosten-Assistenten gibt Ihnen hierzu folgende Hinweise:

Variable Kosten bzw. Erlöse von Stoffen und Prozessen können zeitunabhängig beschrieben werden. Fixkosten und Fixerlöse für Prozesse dagegen werden zeitabhängig angegeben (Kosten bzw. Erlöse pro Jahr).

Um für die ökonomische Bilanz beide Fixkosten bzw. –erlöse und variable Kosten bzw. Erlöse zu einer Gesamtkostenposition addieren zu können, sind im folgenden Programmschritt Angaben zu Anlagenparametern einzugeben, die einen Zusammenhang zwischen der „funktionellen Einheit“ aus der Ökobilanz und der Zeiteinheit aus der ökonomischen Bilanz herstellen:

- die Betriebsstunden der Anlage pro Jahr,
- der Durchsatz pro Betriebsstunde bezogen auf die funktionelle Einheit.

Zusätzlich können hier weitere Kenngrößen der Anlage in freier Textform beschrieben werden.

Wählen Sie die Befehlsschaltfläche <Anlagenparameter eingeben>. PUROLIT zeigt Ihnen dann die Bildschirmmaske zur Eingabe der Anlagenparameter. Abb. PUROLIT-36 zeigt Ihnen diese Bildschirmmaske mit den Einträgen, wie sie für die Bilanzierung der Reinigungsanlagen im Projekt „Ganzheitliche Bilanzierung von Reinigungs-/Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung“ verwendet wurden. Bezugsgröße „VC“ steht als Abkürzung des Begriffs „Vergleichs-Chargen à 32 Liter“.

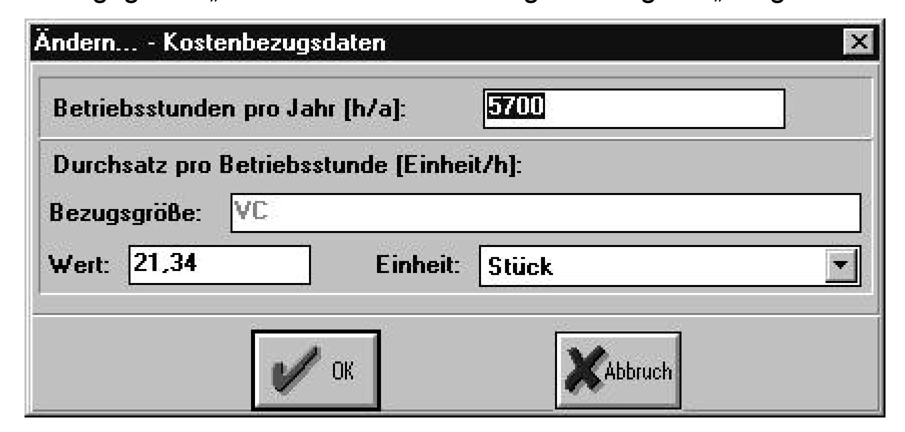


Abb. PUROLIT- 36 Dateneingabemaske für übergeordnete Anlagenparameter

8.7 Schritt 5: Routinen zur Überprüfung der Nutzereingaben

Nun sind alle Informationen eingetragen, die PUROLIT benötigt, um die Systemkostenanalyse für die betrachtete Prozeßkette berechnen zu können. Analog der Vorgehensweise zur Definition der Prozeßkette für die Ökologische Bilanz (vgl. Kapitel 6.2.2.5, Abschnitt Stoffe überprüfen) bietet auch der Systemkosten-Assistent eine Reihe von Routinen, mit denen Sie Ihre Dateneingaben nochmals aus einer anderen Sichtweise betrachten und nötigenfalls korrigieren können.

Der Systemkosten-Assistent erläutert Ihnen die gebotenen vier Prüfroutinen in einer Hilfemaske wie folgt:

In diesem letzten Schritt zur Erstellung der ökonomischen Bilanz haben Sie nun die Möglichkeit, Ihre Dateneingaben nochmals zu überprüfen. Das Programm bietet Ihnen hierzu vier Check-Routinen an:

Kosten-/Erlösstruktur Check	Sind für alle Kosten-/Erlösbezeichnungen der definierten Kostenstruktur Daten eingegeben?
Stoff-Kosten/Erlöse Check	Für welche Stoffe der Prozeßkette sind keine Kosten/Erlöse eingegeben? Gibt es Stoff-Kosten/Erlöse zu Kosten- bzw. Erlösbezeichnungen, die nicht zur definierten Struktur gehören?
Prozeß-var. Kosten/Erlöse Check	Welche Prozesse haben keine variablen Kosten bzw. Erlöse?
Prozeß-Fixkosten Check	Welche Prozesse haben keine Fixkosten bzw. Fixerlöse?

Anmerkung: Die Checks sollen Ihnen helfen, die Vollständigkeit der Kosten- bzw. Erlösbeschreibung zu beurteilen. Die Eingaben sind nicht zwingend!

Bei der Durchführung der Checks informiert Sie das Programm über offene Kosten- und Erlöspositionen. Falls Sie Änderungen oder Ergänzungen vornehmen möchten, bietet das Programm jeweils geeignete Abfrageroutinen zur Dateneingabe an.

Führen Sie die Prüfroutinen der Reihe nach durch und ergänzen Sie fehlende Angaben.



Hinweis:

Die Eingaben sind nicht zwingend! D.h. eventuelle Programmeldungen bei der Ausführung dieser Checks sind als Hinweise zu verstehen. Es kann je nach Kontext durchaus korrekt sein, daß Sie zu einigen Größen keine Eingaben machen wollen.

Beispiel:

Sie wollen die Ergebnisse der Systemkostenanalyse für mehrere Verfahrensalternativen vergleichen. Es gibt jedoch in Ihrer Anwendung Kostenpositionen, die nur in einigen der betrachteten Fallbeispiele relevant sind. Dennoch definieren Sie Ihre Kostenstruktur für alle Prozeßketten identisch um einheitliche Ergebnisprotokolle zu erhalten.

Die Prüfroutine „Kosten-/Erlösstruktur Check“ wird Ihnen zu denjenigen Prozeßketten, bei denen diese Kostenposition keine Rolle spielt und bei denen Sie deshalb keine Eingaben zu dieser Position vorgenommen haben, einen entsprechenden Hinweis geben. Trotz diesem Hinweis ist Ihr System im dargestellten Fall aber korrekt.

Nach Abschluß aller Dateneingaben und ggf. Durchführung der Prüfroutinen beenden Sie diesen letzten Arbeitsschritt zur Dateneingabe für die Systemkostenanalyse mit der Schaltfläche <Beenden>.

PUROLIT meldet Ihnen, daß nun alle Daten eingegeben wurden, und Sie gelangen nun wieder zurück zum PUROLIT-Hauptmenü.:

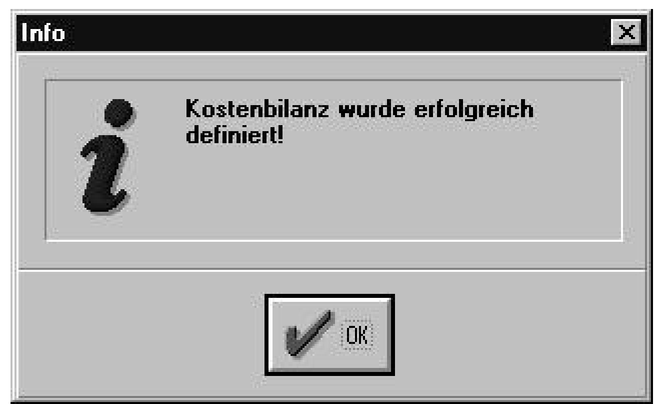


Abb. PUROLIT- 37 Die Systemmeldung am Ende der Dateneingabe zu den Systemkosten

8.8 Berechnung und Ausgabe der Bilanzergebnisse

Die Berechnung der Systemkosten für eine Prozeßkette setzt natürlich voraus, daß die nötigen Daten wie im vorigen Kapitel beschrieben, bereits eingegeben sind. Der Berechnungsalgorithmus ist in PUROLIT hinterlegt und läuft automatisch. Er muß nur wie folgt aktiviert werden: Im PUROLIT-Hauptmenü starten Sie mit der Befehlsfolge

➲ SYSTEMKOSTENANALYSE – AUSWERTEN – DATENBANK

das Prozeßketten-Listenfenster. Markieren Sie die Prozeßkette, deren Systemkosten Sie berechnet haben wollen und bestätigen Sie diese Auswahl mit

➲ <OK>

PUROLIT liest alle erforderlichen Daten aus der Datenbank und berechnet das Bilanzergebnis. Dabei werden Sie fortlaufend über die aktuellen Ladevorgänge und den Fortschritt dieser Aktionen informiert. Schließlich erhalten Sie die Systemmeldung

➲ Berechnung erfolgreich beendet

Bestätigen Sie diese Meldung mit <OK>. Sie befinden sich nun in einer neuen Programmumgebung: der **Systemkosten-Ergebnisumgebung**. Das angebotene Menü und die zugehörigen Untermenüs sind sehr ähnlich denen der Ergebnis-Umgebung, die Sie bereits aus dem Software-Teil zur Ökobilanzierung kennen (vgl. Kapitel 7.2 Die Ansicht und Ausgabe der Ergebnisse).

Die Menüleiste enthält auch hier die Punkte BEENDEN, BILANZERGEBNIS und DUMPS. Mit dem ersten Menüpunkt beenden Sie dieses Fenster und gelangen zum PUROLIT-Hauptmenü zurück. Mit DUMP können Sie das Berechnungsergebnis in einer sogenannten Dump-Datei archivieren (d.h. vor Änderungen in der Datenbank geschützt speichern). Der Menüpunkt BILANZERGEBNIS wird im folgenden näher erklärt.

Haben Sie den Menüpunkt

➲ BILANZERGEBNIS - ERGEBNISPROTOKOLL

angewählt, stehen Ihnen zwei weitere Unterpunkte zur Auswahl: TEILE AUSWÄHLEN und DRUCKEN.



Abb. PUROLIT- 38 Das Menü der Systemkosten-Ergebnisumgebung

➲ Mit TEILE AUSWÄHLEN

können Sie festlegen, welche Teile in der Ausgabe Ihrer Bilanzergebnisse erscheinen sollen. Der Systemkosten-Report besteht aus zwei Hauptabschnitten:

- Allgemeine Dokumentation: Informationen zur Prozeßkette und zu den übergeordneten Anlagenparametern.
- Teilbilanzraum Reinigungsanlage: dieser Teil hat seinerseits drei Unterkapitel, in denen die Kostengrößen in unterschiedlichen Detaillierungsstufen ausgewiesen werden.

Über die Befehlsschaltflächen <Teile ....> lassen sich alle Report-Teile und ihre Unterabschnitte aktivieren und deaktivieren. Standardmäßig sind stets alle Ausgabeteile aktiviert, so daß Sie immer einen vollständigen Bericht erhalten, sofern Sie nicht bewußt und zielgerichtet einzelne Ausgabeteile ausschalten. Bestätigen Sie Ihre Einstellungen mit <OK>. Damit gelangen Sie wieder in das Hauptfenster der Ergebnis-Umgebung.

Abb. PUROLIT- 39 zeigt eine Folge von Bildschirmfenstern zur Definition der gewünschten Teile des Kosten-Ergebnisprotokolls.

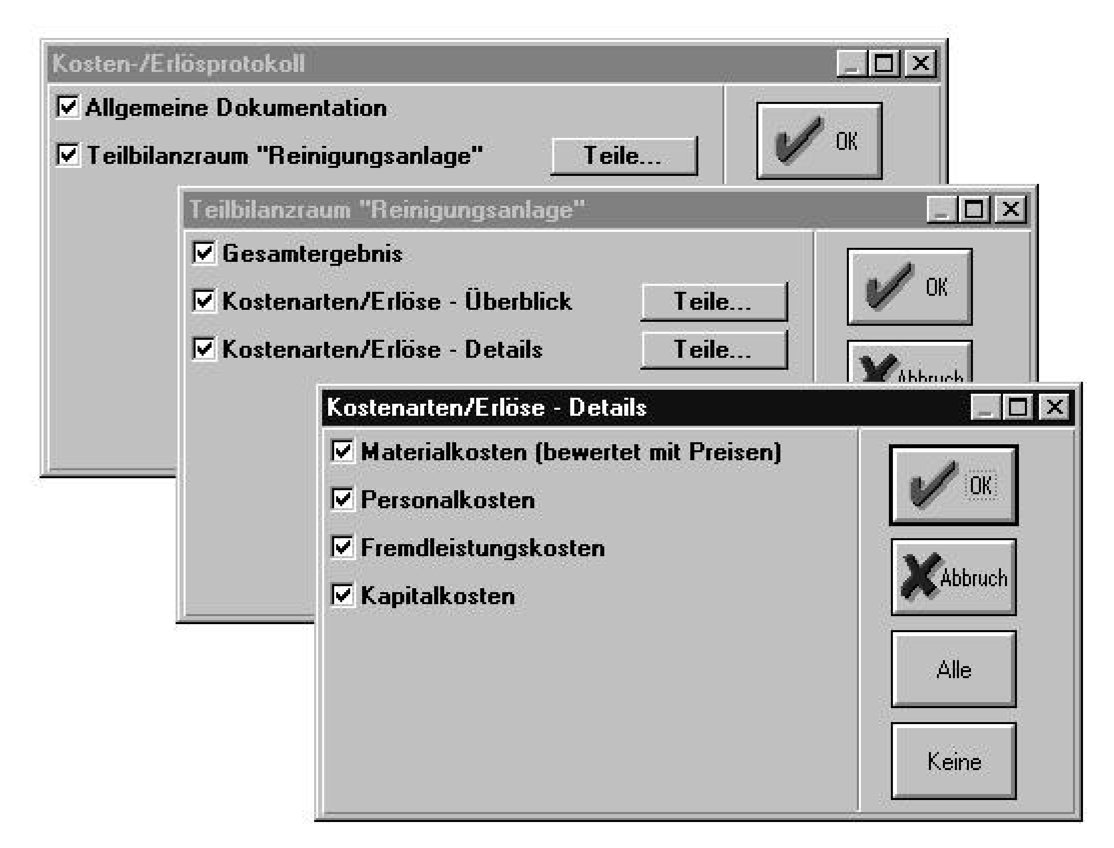


Abb. PUROLIT- 39 Standard-Report-Fenster zur Ausgabe der Systemkosten

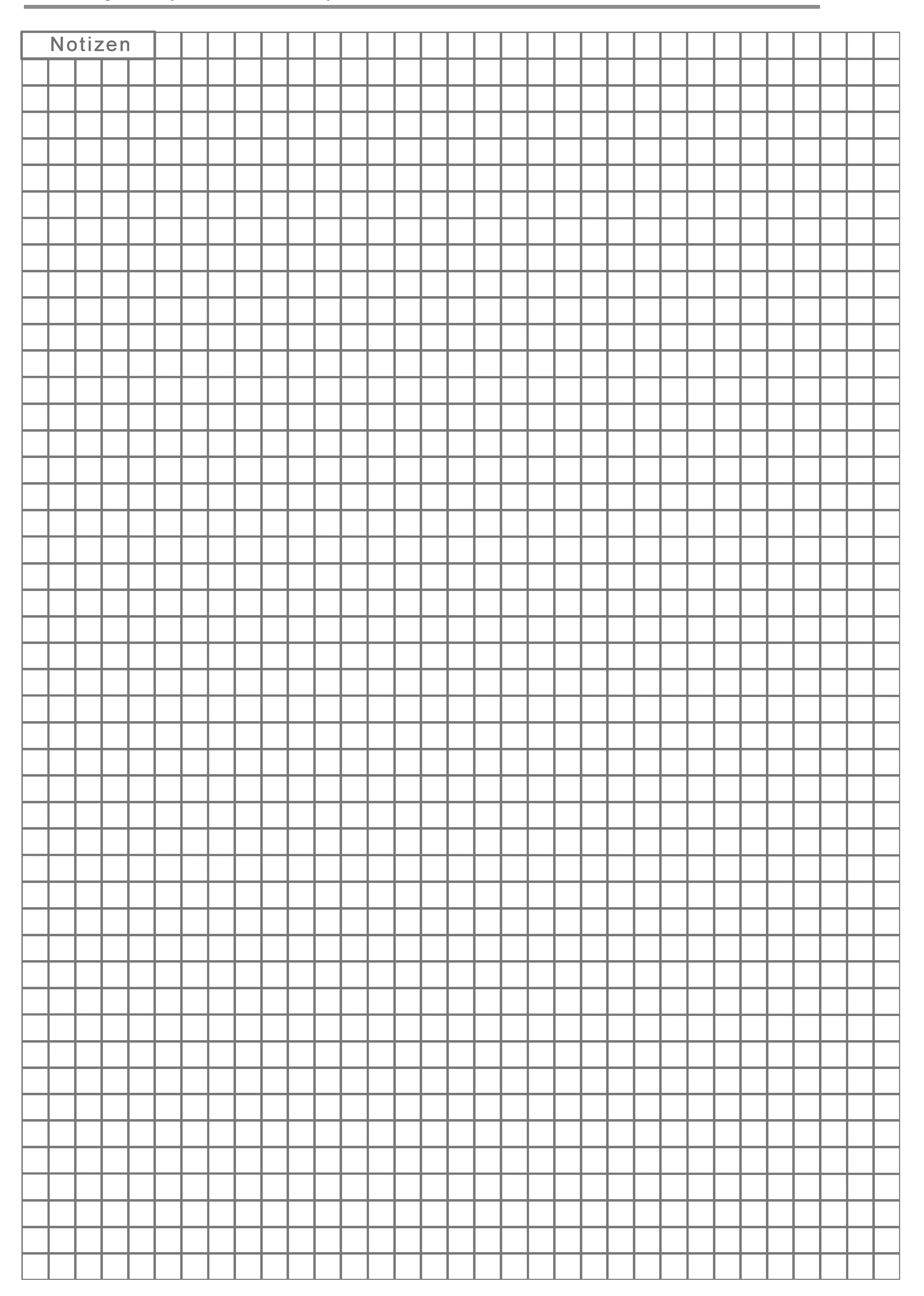
Wenn Sie Ihre Ausgabe-Listen ausgewählt haben, können sie mit dem Befehl

➲ BILANZERGEBNIS - ERGEBNISPROTOKOLL - DRUCKEN

in das Druckfenster wechseln. Hier können Sie sich die Ergebnisse in den von Ihnen ausgewählten Listen ansehen und sie auch mit dem gleichnamigen Befehl ausdrucken lassen. Die Routinen dieses Druckfensters arbeiten in der gleichen Weise, wie Sie diese bereits aus den STAMMDATEN kennen. Schlagen Sie bei Fragen im Handbuch-Kapitel 5.2.1, Abschnitt <Drucken> nach.

8.9 Parametrisierbare Berechnungsalgorithmen

Als Hilfestellung bei der Dateneingabe der Kostengrößen bietet PUROLIT Parametermasken und Berechnungsalgorithmen für einige Standardalgorithmen (Abschreibung und Zinsberechnungen). Diese Routinen werden im Handbuch Teil III, Kapitel 12 beschrieben.


Notizen

9 Die Routinen zur Analyse und Auswertung der Bilanzergebnisse

9.1 Auswertung und Analyse der Ökobilanzergebnisse

PUROLIT bietet eine Reihe von Funktionen, welche die Ergebnisplausibilisierung, die Ergebnisanalyse, die Schwachstellen- und Signifikanzanalyse sowie die Identifikation von Hauptverursachern einzelner Umweltlasten unterstützen. Dies sind insbesondere:

- Analysen der Sachbilanzergebnisse hinsichtlich
    - Beitrag einzelner Stoffe
    - Beitrag von Einzelprozessen
    - Beitrag von Prozeßabschnitten und
- Analysen der Wirkungsbilanz-Ergebnisse und
- Darstellung der Effekte szenarischer Variationen.

Für die Analysen der Ergebnisse können aus der Ergebnis-Umgebung heraus entsprechende Analyseprotokolle generiert und ausgedruckt werden. Über die Menüfolge

➲ PROZESSKETTE – TECHNISCHES VERFAHREN - AUSWERTEN – DATENBANK -
– Wahl der Prozeßkette - <OK>

gelangen Sie in die Ergebnisumgebung. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Menüpunkte zur Generierung der Analyseprotokolle.

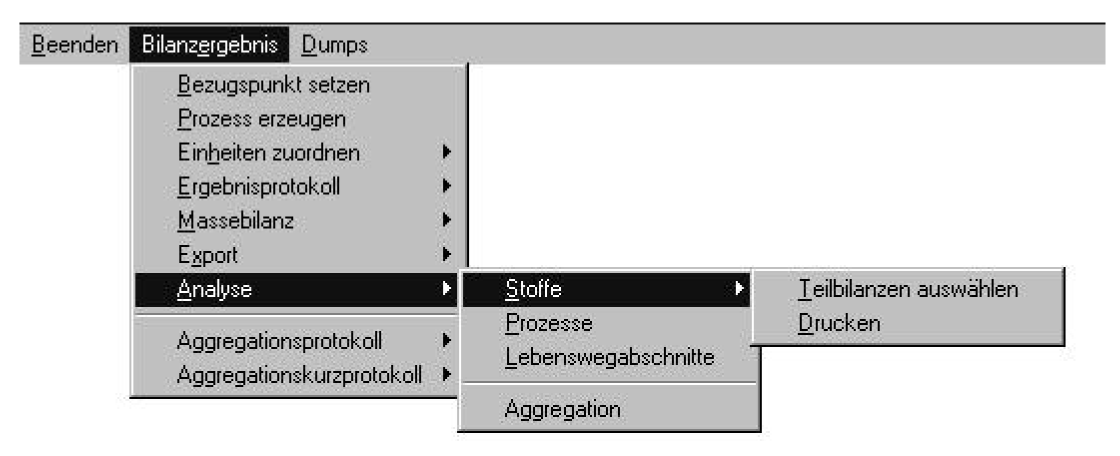


Abb. PUROLIT- 40 Das Menü der Ergebnisumgebung: Menüpunkte zur Ergebnisanalyse

Die Berechnung der Ergebniswerte und die Generierung der verschiedenen Analyseprotokolle erledigt PUROLIT selbsttätig; die Ergebnisprotokolle werden dann am Bildschirm angezeigt und können mit den bekannten Softwarefunktionen ausgedruckt werden. Schlagen Sie bei Fragen im Handbuch-Kapitel 5.2.1, Abschnitt <Drucken> nach.



Beispiel:

Die nachfolgende Darstellung zeigt das PUROLIT-Arbeitsfenster für ein Beispiel des Stoff-Analyseprotokolls. Links sehen Sie auch das Druckfenster mit allen gebotenen Softwareroutinen, die PUROLIT zum Drucken der Ergebnisse bietet.

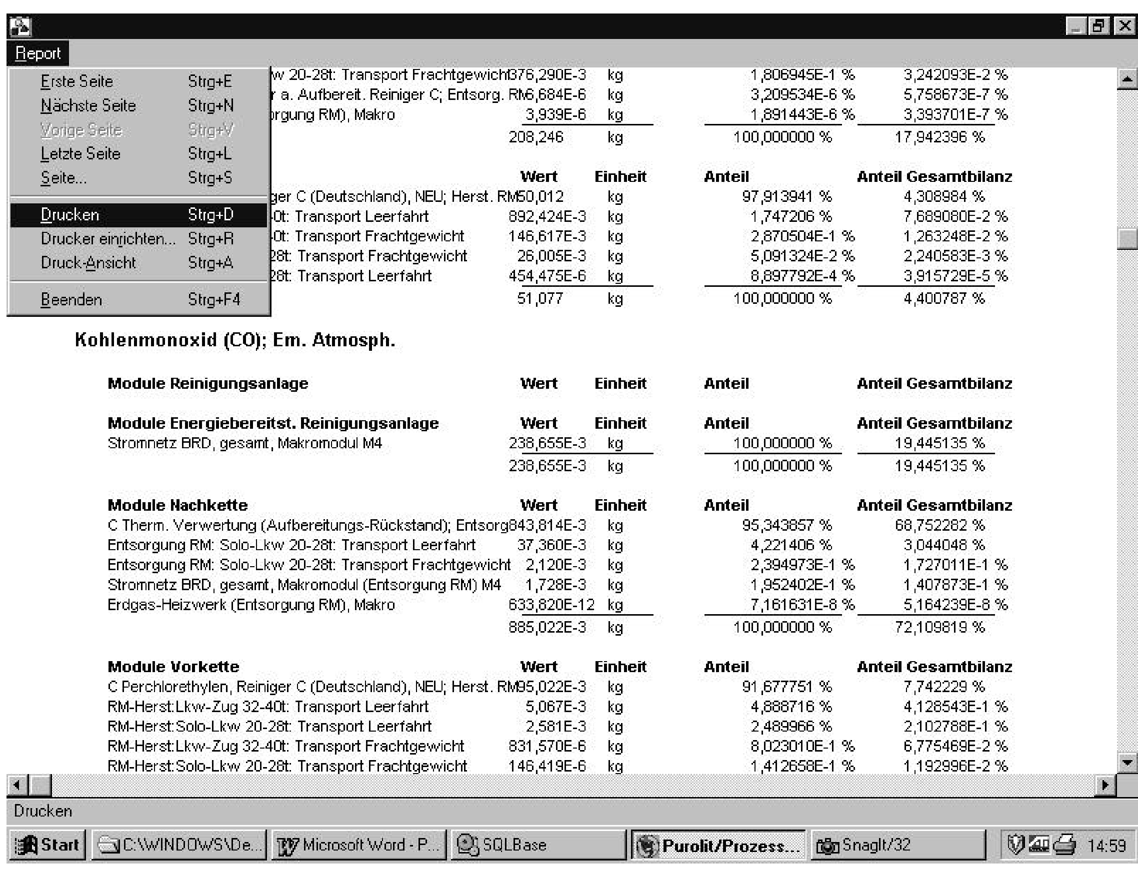


Abb. PUROLIT- 41 Das Stoff-Analyseprotokoll

Aus diesem Analyseprotokoll ist ersichtlich, daß der Stoff *„Kohlenmonoxid (CO); Em. Atmosph."* zu *19,445%* aus der Teilbilanz *„Energiebereitstellung Reinigungsanlage"* stammt wogegen die Teilbilanz „Nachkette" mit *72,1%* zur *Gesamtmenge beiträgt.*

Innerhalb des Teilbilanzraums „Nachketten" stammen *95,34% = 843,814E-3 kg* aus dem Modul *„C Therm. Verwertung (Aufbereitungs-Rückstand)"* .

9.2 Auswertung und Analyse der Systemkosten

Auch für den Bereich der Systemkostenbilanzierung wurden Analyseroutinen etabliert:

- Beitrag einzelner Stoffe
- Beitrag von Stoffkategorien und
- Beitrag von Einzelprozessen

Die Systemkosten-Ergebnisumgebung hält Menüpunkte zur Berechnung entsprechender Analyseprotokolle vor. Über die Menüfolge

➲ SYSTEMKOSTENANALYSE – AUSWERTEN – DATENBANK - Wahl der Prozeßkette - <OK>

gelangen Sie in die Systemkosten-Ergebnisumgebung. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Menüpunkte zur Generierung der Analyseprotokolle.

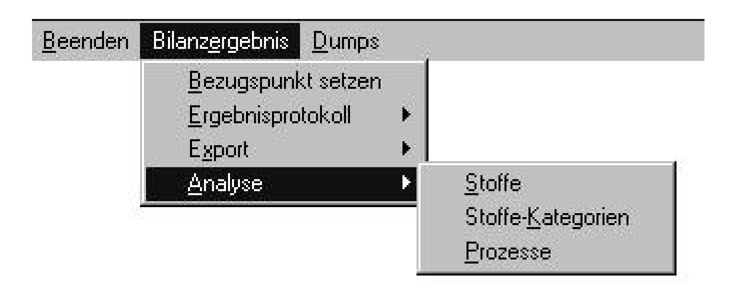


Abb. PUROLIT- 42 Das Menü der Systemkosten-Ergebnisumgebung: Menüpunkte zur Ergebnisanalyse

Sie können verschiedene Voreinstellungen anpassen und diejenigen Datenelemente markieren, deren Ergebniswerte Sie analysieren möchten. Die Berechnung und Erstellung der gewünschten Analyseprotokolle erledigt PUROLIT selbsttätig. Sie können die Ergebnisse am Bildschirm betrachten und dann nach Wunsch ausdrukken. Schlagen Sie bei Fragen zum Druckvorgang im Handbuch-Kapitel 5.2.1, Abschnitt <Drucken> nach.



Beispiel:

Die nachfolgende Darstellung zeigt ein Beispiel des Stoffkategorien-Analyseprotokolls in der sog. „Druck-Ansicht". Links sehen Sie auch das Fenster mit den Aktionen zu dieser Druck-Ansicht.

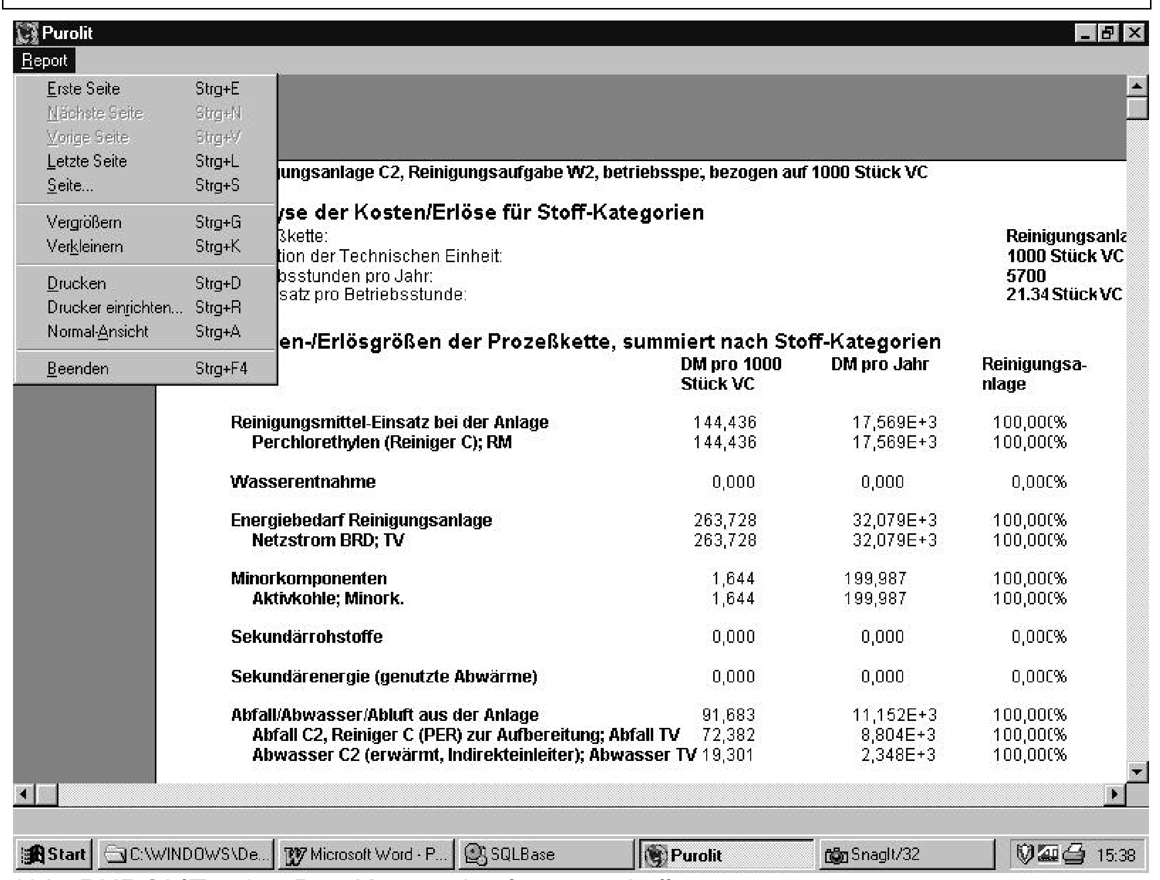


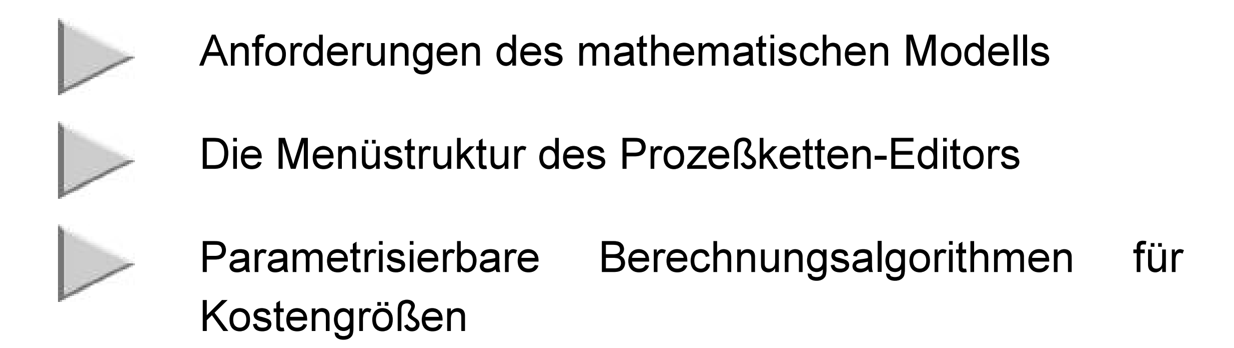
Abb. PUROLIT- 43 Das Kosten-Analyseprotokoll

Aus diesem Analyseprotokoll ist ersichtlich, daß Stoffe der Kategorie *„Reinigungsmitteleinsatz bei der Anlage"* mit *„144,436 DM"* pro 1000 Vergleichs-Chargen (VC) zu den Kosten für *„Reinigungsanlage C2, Reinigungsaufgabe W2, betriebsspez."* beitragen. Pro Jahr sind dies *„17,569E+3 DM"*.

Für *„Abfall/Abwasser/Abluft aus der Anlage"* insgesamt fallen Kosten von *„91,683 DM"* pro 1000 VC an. Ein Anteil von *„19,3 DM"* sind dabei Abwassergebühren.

Teil III

Fortgeschrittene Techniken und Hintergründe



- Anforderungen des mathematischen Modells
- Die Menüstruktur des Prozeßketten-Editors
- Parametrisierbare Berechnungsalgorithmen für Kostengrößen

10 Anforderungen des mathematischen Modells

10.1 Das mathematische Modell

Im Programm-Menüpunkt PROZESSKETTE – TECHNISCHES VERFAHREN – ERSTELLEN bzw. ...- ÄNDERN bauen Sie mit Unterstützung des Systems die Modulketten für das zu bilanzierende Verfahren auf. Die Struktur der Modulverknüpfungen kann sehr komplex sein. Das Programm-System akzeptiert prinzipiell beliebige Strukturen. Insbesondere sind Stoff-Kreisläufe, Verzweigungen und Zusammenführungen von Stoffsströmen möglich.



Beispiel:

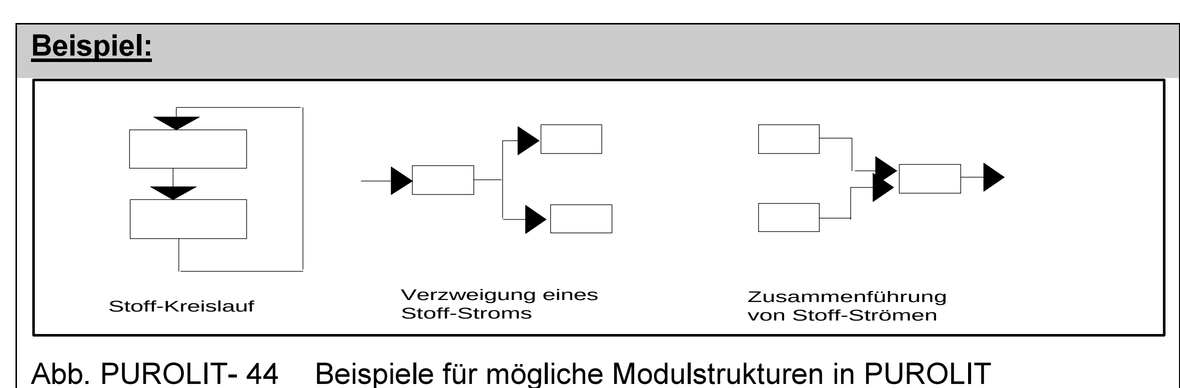


Abb. PUROLIT- 44 Beispiele für mögliche Modulstrukturen in PUROLIT

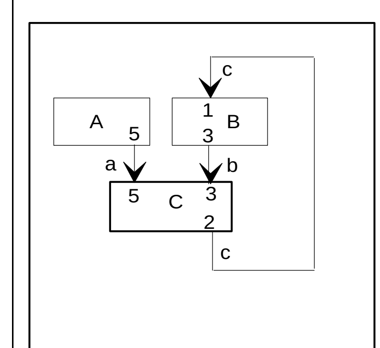
Aus mathematischen Gründen kann das Bilanzergebnis einer Prozeßkette, die solche Modulstrukturen enthält, nicht sequentiell - d.h. Modul für Modul nacheinander - berechnet werden. Das Programm benutzt vielmehr eine Matrix als mathematisches Prozeßkettenmodell.[2]

Die Module der Prozeßkette werden auf eine Matrix abgebildet. Diese Matrix repräsentiert ein lineares Gleichungssystem.

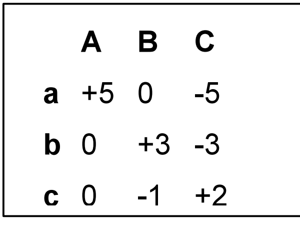
Beispiel:

Die Kästchen stehen für Module, die Großbuchstaben für den Modulnamen, die Kleinbuchstaben für Stoffe und die Werte an den Pfeilen für Modul-Mengenangaben.

PROZEß-STRUKTUR



MATRIX



	A	B	C
a	+5	0	-5
b	0	+3	-3
c	0	-1	+2

LINEARES GLEICHUNGSSYSTEM

$$x_1 \bullet 5a + x_2 \bullet 0a = 5a \quad (1)$$
$$x_1 \bullet 0b + x_2 \bullet 3b = 3b \quad (2)$$
$$x \bullet 0c + x \bullet -1c = -2c \quad (3)$$

[2] Alternative wäre eine rechenzeitintensive Ergebnisiteration.

10.2 Kritische Modulstrukturen

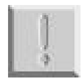
10.2.1 Stoff-Kreisläufe

Das Programm muß zur Berechnung des Bilanzergebnisses das lineare Gleichungssystem lösen. Im obenstehenden Beispiel hat das Gleichungssystem jedoch keine Lösung für x_1 und x_2.



Beispiel: $x_1 = 1, x_2 = 1$ ⇒ Gleichung (3) geht nicht auf.

$x_1 = 1, x_2 = 2$ ⇒ Gleichung (2) geht nicht auf.



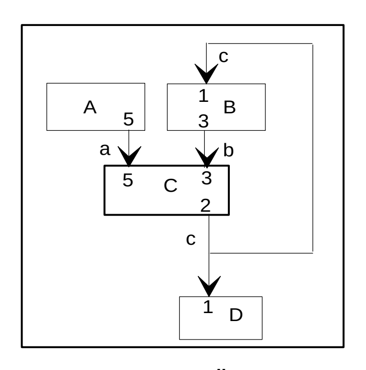
Erläuterung:

Die Ursache dieses Konflikts liegt in der Struktur „Stoff-Kreislauf“ an sich: Modelliert ist hier ein theoretischer, idealer Stoffkreislauf, in dem keinerlei Verluste auftreten. Dieser theoretische Charakter zeigt sich eben auch darin, daß dieses System nicht berechnet werden kann (siehe oben).

Als Modell für reale Situationen ist dieser Stoffkreislauf also an mindestens einer Stelle zu öffnen. Hierfür gibt es jedoch keine eindeutige Stelle, an der ein Stoffkreislauf aufgebrochen wird, denn – wie im folgenden dargestellt wird - gibt es **mehrere** Möglichkeiten, den dargestellten Konflikt zu lösen:

Variante A: Öffnung des Kreislaufs bei Stoff c und Integration des Moduls D. Diese Variante A der Modul-Struktur hat eine eindeutige Lösung: x_1= 1, x_2= 1, x_3=.1

PROZEß-STRUKTUR



MATRIX

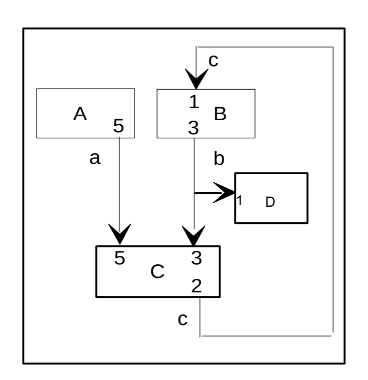
	A	B	D	C
a	+5	0	**0**	-5
b	0	+3	**0**	-3
c	0	-1	**-1**	+2

LINEARES GLEICHUNGSSYSTEM

$$x_1 \bullet 5a + x_2 \bullet 0a + x_3 \bullet 0a = 5a$$
$$x_1 \bullet 0b + x_2 \bullet 3b + x_3 \bullet 0b = 3b$$
$$x_1 \bullet 0c + x_2 \bullet -1c + x_3 \bullet -1c = -2c$$

Variante B: Öffnung des Kreislaufs bei Stoff b. Diese Variante B der Modulstruktur hat ebenfalls eine eindeutige Lösung: $x_1 = 1, x_2 = 2, x_3 = 3$.

PROZEß-STRUKTUR



MATRIX

	A	B	D	C
a	+5	0	**0**	-5
b	0	+3	**-1**	-3
c	0	-1	**0**	+2

LINEARES GLEICHUNGSSYSTEM

$$x_1 \bullet 5a + x_2 \bullet 0a + x_3 \bullet 0a = 5a$$
$$x_1 \bullet 0b + x_2 \bullet 3b + x_3 \bullet -1b = 3b$$
$$x_1 \bullet 0c + x_2 \bullet -1c + x_3 \bullet 0c = -2c$$

Sowohl Struktur-Variante A als auch B sind mögliche konfliktfreie, eindeutig berechenbare Strukturen. Welche dieser beiden Varianten nun aber die korrekte Prozeßstruktur darstellt, hängt vom modellierten Inhalt ab.



Beispiel:

Die Module und Stoffflüsse des Beispiels von Seite 99 könnten folgendes darstellen:

Module:
- A: Energiebereitstellung für die Reinigungsmittelaufbereitung
- B: Reinigungsanlage
- C: Reinigungsmittel-Aufbereitung

Stoffe:
- a: Netzstrom
- b: Reinigungsmittel, gebraucht
- c: Reinigungsmittel, aufbereitet

Für diesen Modul-Kontext kann eine Modellierung gemäß Variante A eine korrekte Lösung darstellen: Nicht das gesamte zurückgewonnene Reinigungsmittel (Stoff c) geht zurück in die gleiche Anwendung (Reinigungsanlage Modul B), sondern der Kreislauf hat eine Öffnung bei Stoff c: ein teil des rückgewonnenen Reinigungsmittels wird einer anderen Verwendung (Modul D) zugeführt.

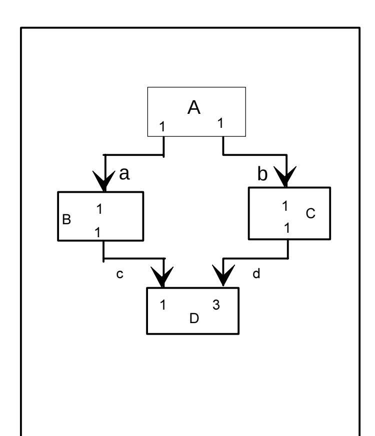
Eine Modellierung gemäß Variante B dagegen wäre geeignet, um z.B. folgenden Sachverhalt darzustellen: Aus der Datenerfassung ist bekannt, welche Menge an aufbereiteter Reinigungslösung (Stoff c) bei der Reinigungsanlage (Modul B) eingesetzt wird. In der Bilanz soll genau diese Menge durch das Verfahren C aufbereitet werden. Der Stoffkreislauf wird daher vor dem Aufbereitungsmodul (Modul C) bei Stoff b (= gebrauchtes Reinigungsmittel) geöffnet und es wird ein Modul D integriert, welches den Entsorgungspfad der restliche Abfallmenge beschreibt.

10.2.2 Aufspaltung und Zusammenführung von Stoff-Strömen

Auch Stoffstrom-Aufspaltungen und -Zusammenführungen können in ihrer Modulstruktur kritisch sein; wie die folgenden Beispiele zeigen:

Strukturvariante 1:

PROZEß-STRUKTUR



MATRIX

	A	B	D	C
a	+1	-1	0	0
b	+1	0	-1	0
c	0	+1	0	-1
d	0	0	+1	-3

LINEARES GLEICHUNGSSYSTEM

$$x_1 \bullet 1a + x_2 \bullet -1a + x_3 \bullet 0a = 0a$$
$$x_1 \bullet 1b + x_2 \bullet 0b + x_3 \bullet -1b = 0b$$
$$x_1 \bullet 0c + x_2 \bullet 1c + x_3 \bullet 0c = 1c$$
$$x \bullet 0d + x \bullet 0d + x \bullet 1c = 3a$$

Das lineare Gleichungssystem hat keine Lösung:

$x_1 = 1$, $x_2 = 1$, $x_3 = 1 \Rightarrow$ Gleichung (4) geht nicht auf.

$x_1 = 3$, $x_2 = 3$, $x_3 = 3 \Rightarrow$ Gleichung (4) geht nicht auf.



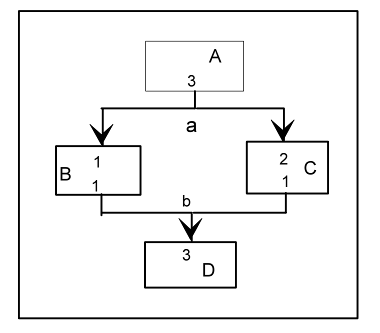
Erläuterung am Beispiel:

Sei Modul D die Konfektionierung eines Reinigungsmittels, d.h. in diesen Prozeß fließen zwei Reinigungsmittelkomponenten ein (Stoff c und Stoff d) die in einem festen Verhältnis in das Endprodukt einfließen.
Sei Modul A ein Energiebereitstellungsprozeß, der sowohl Dampf (Stoff a) als auch Strom (Stoff b) erzeugt (Kraft-Wärme-Kopplung). Das Mengenverhältnis der generierten thermischen und elektrischen Energie steht fest.
Das Mischverhältnis der Reinigerkomponenten c und d wird aber selbstverständlich nicht definiert über das Mengenverhältnis Kraft/Wärme (a/b) des Moduls A.

Diese Modulstruktur ist „überbestimmt“, da in zwei miteinander gekoppelten Modulen je ein Split der Stoffströme explizit definiert ist.

Strukturvariante 2:

PROZEß-STRUKTUR



MATRIX

	A	B	C	D
a	+3	-1	-2	0
b	0	+1	+1	-3

LINEARES GLEICHUNGSSYSTEM

$$x_1 \bullet 3a + x_2 \bullet -1a + x_3 \bullet -1a = 0a$$
$$x_1 \bullet 0b + x_2 \bullet 1b + x_3 \bullet 11b = 3b$$

Dieses lineare Gleichungssystem hat unendlich viele Lösungen; es muß nur gelten: $x_2 + x_3 = 3$. Mögliche Lösungen sind somit:

$x_1 = 1.5$ $x_2 = 1.5$ $x_3 = 1.5$ oder

$x_1 = 1.666$ $x_2 = 1$ $x_3 = 2$



Erläuterung am Beispiel:

Sei Modul D die Reinigungsanlage mit dem Inputstoff b = Reinigungsmittel. Das Reinigungsmittel b wird von zwei Herstellern (Modul B und Modul C) produziert. Es ist jedoch nicht bekannt, in welchen Verhältnis das Reinigungsmittel von welchem Hersteller bezogen wird (daher gemeinsamer Stoffstrom b).
Die Hersteller B und C setzten den gleichen Rohstoff a zur Produktion des Reinigers ein, B benötigt dabei z.B. 1 t Rohstoff pro t Reiniger, C benötigt aber 2 t Rohstoff pro t Reiniger.

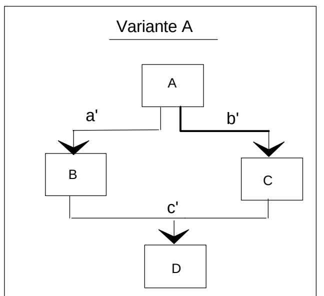
Zur Berechnung des Gesamtbilanzergebnisses muß auch berechnet werden, wieviel Rohstoff a nun eingesetzt wird. Dies ist aber für die oben gezeigte Struktur nicht eindeutig berechenbar, da die Angabe fehlt, wieviel Reiniger von welchem Hersteller bezogen wird.

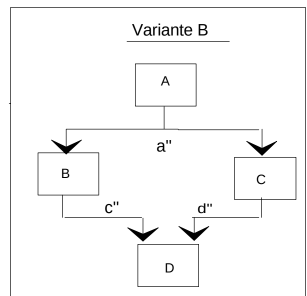
- Für die Lösung x_2 = 1.5 und x_3 = 1.5 (d.h. 1.5t Reiniger werden von Hersteller B bezogen, 1.5 t werden von Hersteller C bezogen) ergibt sich x1 = 1.5 und damit ein Bedarf an Rohstoff a mit 1.5 * 3 = 4.5t.
- Für die Lösung x_2 = 1 und x_3 = 2 (d.h. 1t Reiniger von Hersteller B bezogen, 2t von Hersteller C) ergibt sich ein Bedarf an Rohstoff a mit 1 * 1 + 2 * 2 = 5t; x1 = 1.6666 (entsprechend der Berechnung „5t Bedarf für B und C“ / „3t Output bei A“).

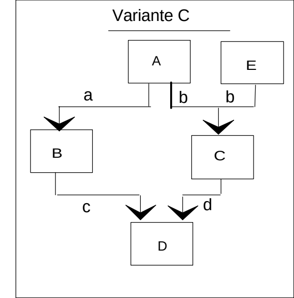
Diese Modulstruktur ist „unterbestimmt“, da in keinem der miteinander gekoppelten Module festgelegt ist, in welchem Verhältnis die Stoffe eingesetzt bzw. abgegeben werden.

Durch die nachfolgend gezeigten Modellierungs-Strukturen lassen sich solche Konflikte lösen. Welche der gezeigten Varianten die korrekte Prozeßkettenstruktur darstellt, ist auch hier wieder eine inhaltliche Frage.

Für das oben dargestellte Beispiel zu Strukturvariante 2 wäre z.B. Variante B eine passende, eindeutig definierte Modellierungs-Struktur.







10.3 Prozeßniveau

Die Werte x_i , die bei der Lösung des linearen Gleichungssystems berechnet werden, werden auch als Prozeßniveau bezeichnet. Hintergrund ist folgender: Das Prozeßniveau ist der Faktor, mit dem alle Inputs und Outputs eines Prozesses für das Endergebnis der Bilanz multipliziert werden muß.

Erläuterung am Beispiel:



Um im vorherigen Beispiel zu bleiben: Modul D (die Reinigungsanlage) benötigt 3t Reinigungsmittel. Dazu kann eine Lösung heißen wie folgt: x_2 = 1.5 und x_3 = 1.5

Dies bedeutet, daß Modul B ein Prozeßniveau x_2 = 1.5 hat; damit ergibt sich ein Reiniger-Output b_B von 1.5 t und ein Rohstoff-Input a_B von 1.5t).
Modul C hat ein Prozeßniveau x_3 = 1.5; damit ergibt sich ein Reiniger-Output b_C von 1.5t und ein Rohstoff-Input a_C von 3t.

Insgesamt errechnet sich also der Rohstoffbedarf auf $a_B + a_C$ = 1.5 + 3 + 4.5t
Damit Modul A 4.5t Rohstoffe abgibt, muß aber der Outputstrom a mit dem Faktor 1.5 multipliziert werden. Dies heiß aber nichts anderes als: Das Prozeßniveau von Modul A = x_1 = 1.5.

10.4 Pseudoprozesse

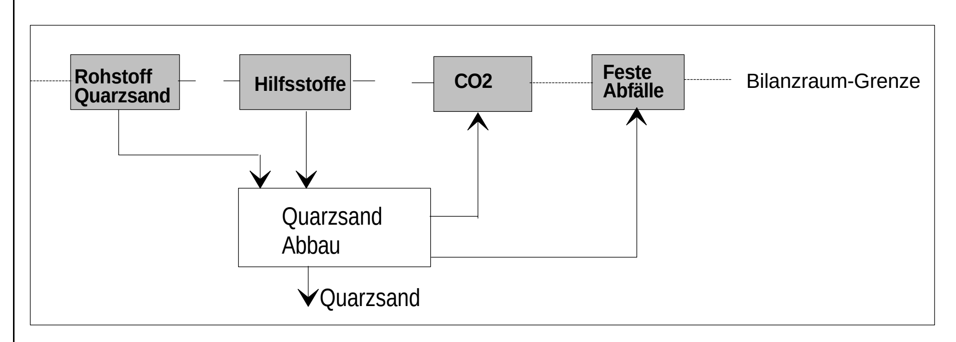
Bei der Berechnung der Sachökobilanz summiert das Programm alle Stoffe auf, welche die Bilanzraumgrenze überschreiten. Dies sind:

- unmittelbar umweltbeeinflussende Größen
- methodenbedingt nicht weiterverfolgte Größen und
- Größen, die aus Datenmangel nicht weiterverfolgt werden können.

Zur Aufsummierung legt das System sogenannte Pseudoprozesse an. Ein Pseudoprozeß ist ein spezielles Modul, das nur einen einzigen Input oder einen einzigen Output hat. Pseudoprozesse stellen die Aufnahme eines Stoffes durch die Umwelt bzw. die Bereitstellung eines Stoffes durch die Umwelt dar.



Beispiel:



Pseudoprozess "Rohstoff Quarzsand":
Bereitstellung von Rohstoff Quarzsand durch die Umwelt.

Pseudoprozess "CO2":
Aufnahme von CO2 durch die Umwelt.

Pseudoprozess "Hilfsstoffe":
Bereitstellung von Hilfsstoffen für den Quarzsandabbau; methodenbedingt nicht reduziert auf unmittelbar umweltbeeinflussende Größen.

Pseudoprozess "Feste Abfälle":
Aufnahme von festen Abfällen aus dem Quarzsand-Abbau durch die Umwelt. Methodengemäß sollte dieser Stoff weiterverfolgt werden bis zu den unmittelbar umweltbeeinflussenden Größen. In diesem Beispiel ist unterstellt, das dies aus Datenmangel nicht möglich ist.

Pseudoprozesse werden im mathematischen Modell genauso behandelt wie Prozesse. Auch Pseudoprozesse werden auf Matrix-Spalten abgebildet und in das lineare Gleichungssystem mit einbezogen.

10.5 Hauptregel

Das Programm bildet eine Prozeßkette mit allen ihren Stoffen, Prozessen und Pseudoprozessen auf eine Matrix und das zugehörige lineare Gleichungssystem ab. Die Prozeßstruktur muß zur Bilanzberechnung konfliktfrei sein. Eine notwendige Voraussetzung für die Konfliktfreiheit eines Prozeßnetzwerkes ist aus Systemsicht folgende **Hauptregel:**

Anzahl der Prozeßmodule der Prozeßkette + Anzahl der Pseudoprozesse der Prozeßkette

=

Anzahl der Stoffe der Prozeßkette + 1

Diese Regel ergibt sich nicht nur als Konsequenz des zugrundeliegenden mathematischen Modells, sondern auch als Anforderung zur realitätsgetreuen Modellierung von Systemen. In realen Stoff-Kreisläufen existieren Öffnungs-Stellen, an denen Stoffe aus dem Kreislauf ausscheiden und Zufuhr-Stellen, bei denen Verluste ersetzt werden müssen (vgl. Erläuterung in Kapitel 10.2.1 Stoff-Kreisläufe). Die Berücksichtigung dieser Tatsache wird somit vom System indirekt über die Hauptregel geprüft und sichergestellt.

10.6 Prozeßketten prüfen und kritische Modulstrukturen auflösen

Im Programm-Schritt PROZEßKETTE VERVOLLSTÄNDIGEN, Menüpunkt MATRIX ÜBERPRÜFEN kontrolliert PUROLIT die oben genannte Hauptregel. Falls die Validation für die bearbeitete Prozeßkette scheitert, zeigt das System die aktuellen Zahlenwerte der Prozeßkette für die Stoffe, Prozesse und Pseudoprozesse an. Sie haben dann die Möglichkeit, über Menüpunkt STOFFE ÜBERPRÜFEN die Modellierung zu verändern.

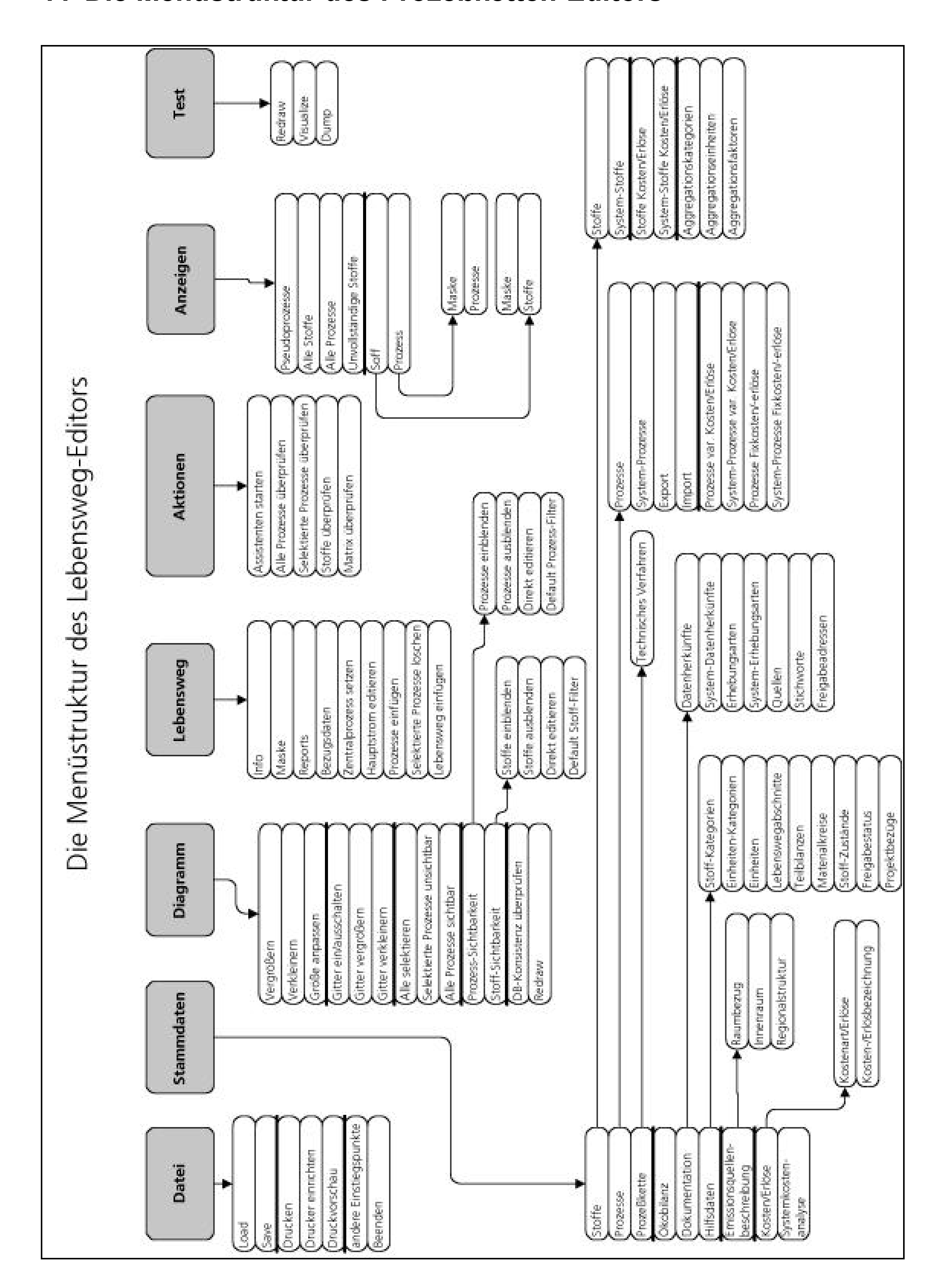
Zur Korrektur können Sie

- zusätzliche Prozesse in die Prozeßkette einhängen; d.h. die Zahl der Prozesse des Modells ändern. Dies geschieht mit Hilfe der Aktionen ERZEUGUNGSPROZEß SUCHEN bzw. WEITERVERARBEITUNGSPROZEß suchen
- die Aufsummierung von Stoffen ändern und damit die Anzahl der Pseudoprozesse variieren
- die Module der Prozeßkette verändern. Z.B. können Sie einen Stoffstrom in seine zwei Komponentenströme aufteilen und ein festes Mengenverhältnis dieser Komponentenströme definieren, um so die oben dargestellte Strukturvariante 2 zur Aufspaltung/Zusammenführung von Prozeßketten gemäß dem Lösungsvorschlag B aufzulösen.

Falls Sie zusätzliche Prozesse in die Prozeßkette einhängen, kann sich damit auch die Anzahl der Stoffe in der Prozeßkette ändern.

Das Programm ermöglicht die Berechnung einer Ökobilanz nur dann, wenn für das Modell die Hauptregel erfüllt ist.

11 Die Menüstruktur des Prozeßketten-Editors



12 Parametrisierbare Berechnungsalgorithmen zur Beschreibung von Kostengrößen

Als Hilfestellung bei der Dateneingabe der Kostengrößen bietet PUROLIT für die Berechnung von Abschreibungen und Zinsen Softwareroutinen zur parametergestützten Kostenkalkulation.

12.1 Variable Kosten

Für diesen Typ werden zwei Berechnungsalgorithmen angeboten:

- Leistungsbedingte Abschreibung
- Kalkulatorische Zinsen auf gebundenes Kapital

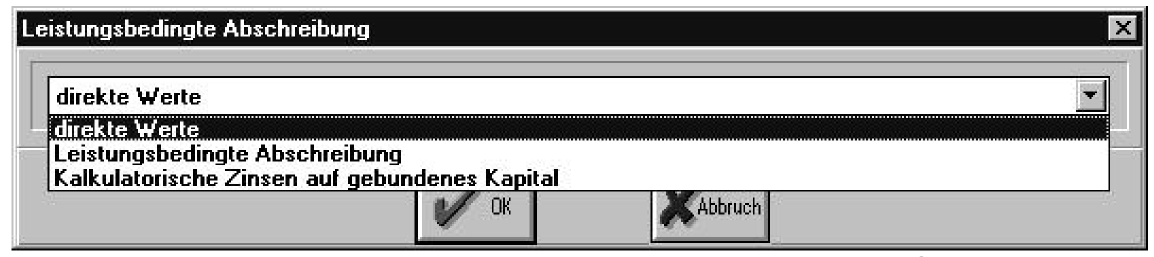
Beide Kostengrößen beziehen sich auf variable Prozeßkosten. Für variable Stoffkosten besteht kein Bedarf im Bezug auf Berechnungsalgorithmen als Eingabehilfe. Der Ausgangspunkt im Programm für die oben genannten Kostengrößen ist, daß der Nutzer Daten zu einer Kostenbezeichnung vom Typ „variable Prozeßkosten" eingeben oder ändern möchte. Dies geschieht z.B. aus dem

➲ Hauptmenüpunkt SYSTEMKOSTENANALYSE

➲ Arbeitsschritt EINGABE DER KOSTEN- UND ERLÖSGRÖẞEN des Systemkosten-Assistenten

➲ Aktion <Kosten-/Erlösgrößen eingeben> für eine Kostenbezeichnung des Typs „variable Prozeßkosten" (vgl. Kapitel 8.5.2).

➲ Als erste Maske nach Wahl der Schaltfläche <Einfügen> Zeigt PUROLIT ein



Fenster zur Wahl des gewünschten Eingabemodus (Abb. PUROLIT- 45).

Abb. PUROLIT- 45 PROZESS – VARIABLE KOSTEN: Parametrisierbare Berechnungsalgorithmen

In Kapitel 8.5.2 haben Sie bereits die Vorgehensweise kennengelernt, wie „direkte Werte" eingegeben werden können. Die anderen beiden Optionen bieten Ihnen die Verwendung der hinterlegten Kostenberechnungsalgorithmen. Diese werden in den folgenden Unterkapiteln nun beschrieben.

12.1.1 Leistungsbedingte Abschreibung

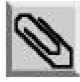
In einer Bildschirmmaske gibt der Nutzer folgende Parameter ein:



Abb. PUROLIT- 46 PROZESS – VARIABLE KOSTEN: Dateneingabemaske für Leistungsbedingte Abschreibungen

Aus diesen Dateneingaben berechnet sich die Kostengröße für die leistungsbedingte Abschreibung wie folgt:

Kostengröße = Anschaffungskosten ÷ Leistungseinheit * Prozeß-Stoffmenge



<u>Beispiel:</u>

<u>Dateneingaben:</u>
Prozeß *„Anlagenkomponente Reinigungsmitteltrennung“*
Kostenbezeichnung *„Leistungsbed. Abschreibung für die Reinigungsmitteltrennung“*
Anschaffungs- und Herstellungskosten: *„80.000 DM“*
Leistungseinheit: *„1.000.000 m³ Reinigungslösung“*
<u>Prozeßbeschreibung:</u>
Im Prozeß *„Anlagenkomponente Reinigungsmitteltrennung“* wird als Outputgröße *„1000 m³ Reinigungslösung“* ausgewiesen.
<u>Berechnung der Kostengröße:</u>
„Leistungsbed. Abschreibung für die Reinigungsmitteltrennung“ =

= 80.000 DM / 1.000.000 m³ * 1000 m³
= 0.08 DM / m³ * 1000 m³
= 80 DM



<u>Hinweis:</u>

Das Ändern von Stoff- Input/Outputmengen, auf die sich errechnete Kostengrößen beziehen, ist (analog dem Mechanismus bei Transporten) gesperrt.

12.1.2 Kalkulatorische Zinsen auf gebundenes Kapital

In einer Bildschirmmaske gibt der Nutzer folgende Parameter ein:



Abb. PUROLIT- 47 PROZESS – VARIABLE KOSTEN: Dateneingabemaske für Kalkulatorische Zinsen auf gebundenes Kapital

Aus diesen Dateneingaben berechnen sich die kalkulatorischen Zinsen auf das gebundene Kapital wie folgt:

Kostengröße = Gebundenes Kapital ç Leistungseinheit * Zinssatz * Prozeß-Stoffmenge



Beispiel:

Dateneingaben:
Prozeß *„Anlagenkomponente Reinigungsmitteltrennung“*
Gebundenes Kapital: *„80.000 DM“*
Leistungseinheit: *„1.000.000 m³ Reinigungslösung“*
Kalkulatorischer Zinssatz: *„8 %“*

Prozeßbeschreibung:
Im Prozeß *„Anlagenkomponente Reinigungsmitteltrennung“* wird als Outputgröße *„1000 m³ Reinigungslösung“* ausgewiesen.

Berechnung der Kostengröße:
„Kalkulatorische Zinsen auf gebundenes Kapital für die Reinigungsmitteltrennung“ =
= 80.000 DM / 1.000.000 m³ * 8% * 1000 m³
= 0.08 DM / m³ * 8% * 1000 m³
= 6,4 DM

12.2 Fixkosten

Für diesen Typ werden drei Berechnungsalgorithmen angeboten:

- Lineare Abschreibung auf Maschinen und Anlagen
- Lineare Abschreibung auf Grundstücke und Gebäude
- Kalkulatorische Zinsen auf gebundenes Kapital

Diese Kostengrößen beziehen sich auf Fixkosten für Prozesse. Der Ausgangspunkt im Programm für die oben genannten Kostengrößen ist, daß der Nutzer Daten zu einer Kostenbezeichnung vom Typ „Fixkosten“ eingeben oder ändern möchte. Dies geschieht z.B. aus dem

➲ Hauptmenüpunkt SYSTEMKOSTENANALYSE

➲ Arbeitsschritt EINGABE DER KOSTEN- UND ERLÖSGRÖßEN des Systemkosten-Assistenten

➲ Aktion <Kosten-/Erlösgrößen eingeben> für eine Kostenbezeichnung des Typs „Fixkosten“ (vgl. Kapitel 8.5.3).

➲ Als erste Maske nach Wahl der Schaltfläche <Einfügen> Zeigt PUROLIT ein Fenster zur Wahl des gewünschten Eingabemodus (Abb. PUROLIT- 48).



Abb. PUROLIT- 48 PROZESS – FIXKOSTEN: Parametrisierbare Berechnungsalgorithmen

In Kapitel 8.5.3 haben Sie bereits die Vorgehensweise kennengelernt, wie „direkte Werte“ eingegeben werden können. Die drei anderen Optionen bieten Ihnen die Verwendung der hinterlegten Kostenberechnungsalgorithmen. Diese werden in den folgenden Unterkapiteln nun beschrieben.

12.2.1 Lineare Abschreibung auf Maschinen und Anlagen

In einer Bildschirmmaske gibt der Nutzer folgende Parameter ein:

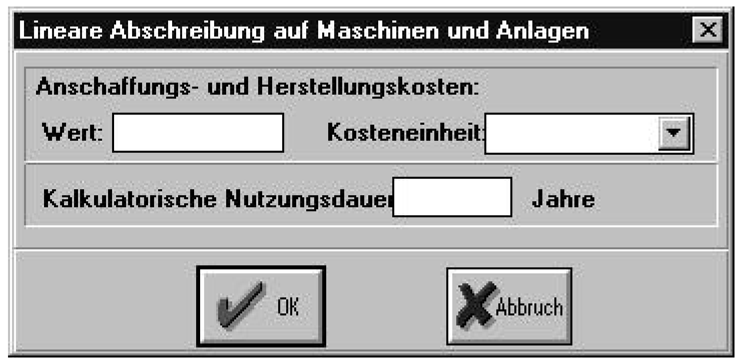


Abb. PUROLIT- 49 PROZESS – FIXKOSTEN: Dateneingabemaske für Lineare Abschreibung auf Maschinen und Anlagen

Aus diesen Dateneingaben berechnen sich die Kosten für lineare Abschreibung auf Maschinen und Anlagen wie folgt:

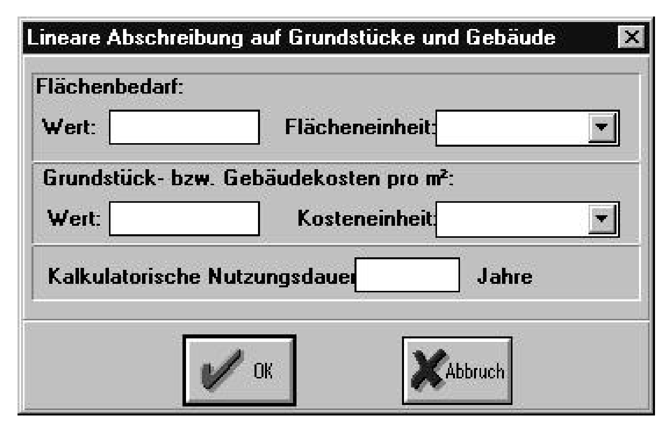
Kostengröße = Anschaffungswert ÷ kalkulatorische Nutzungsdauer



Beispiel:

Dateneingaben:
Prozeß *„Reinigungsanlage“*
Anschaffungs- und Herstellungskosten: *„14.000 DM“*
Kalkulatorische Nutzungsdauer: *„10 Jahre %“*
Berechnung der Kostengröße:*„Lineare Abschreibung auf die Reinigungsanlage“*
= 14.000 DM / 10 Jahre
= 1.400 DM pro Jahr

12.2.2 Lineare Abschreibung auf Grundstücke und Gebäude



In einer Bildschirmmaske gibt der Nutzer folgende Parameter ein:

Abb. PUROLIT- 50 PROZESS – FIXKOSTEN: Dateneingabemaske für Lineare Abschreibung auf Grundstücke und Gebäude

Aus diesen Dateneingaben berechnen sich die Kosten für lineare Abschreibung auf Grundstücke und Gebäude wie folgt:

Kostengröße = Flächenbedarf * Grundstück-/Gebäudekosten ÷ kalkulatorische Nutzungsdauer



Beispiel:

Dateneingaben:
Prozeß *„Reinigungsanlage“*
Flächenbedarf: *„54 m²“*
Grundstück- bzw. Gebäudekosten pro m²: *„1.200 DM“*
Kalkulatorische Nutzungsdauer: *„30 Jahre %“*
Berechnung der Kostengröße:
„Lineare Abschreibung auf das Gebäude“ =
= 54 m² * 1.200DM/m² / 30 Jahre
= 2.160 DM pro Jahr

12.2.3 Kalkulatorische Zinsen auf gebundenes Kapital

In einer Bildschirmmaske gibt der Nutzer folgende Parameter ein:

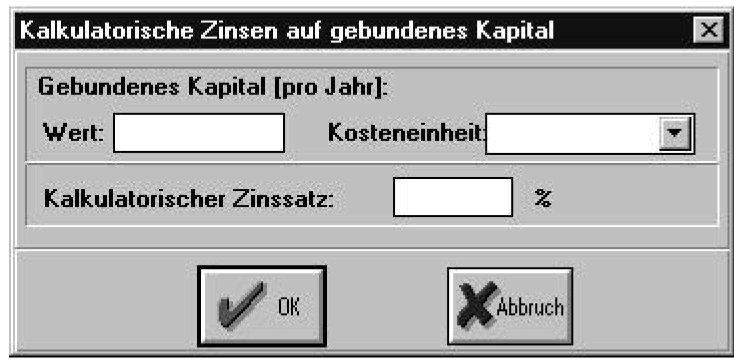


Abb. PUROLIT- 51 PROZESS – FIXKOSTEN: Dateneingabemaske für Kalkulatorische Zinsen auf gebundenes Kapital

Aus diesen Dateneingaben berechnen sich die Kalkulatorischen Zinsen auf gebundenes Kapital wie folgt:

Kostengröße = gebundenes Kapital * kalkulatorischer Zinssatz



Beispiel:

Dateneingaben:
Prozeß *„Reinigungsanlage“*
Gebundenes Kapital pro Jahr: *„14.000 DM“*
Kalkulatorischer Zinssatz: *„8 %“*
Berechnung der Kostengröße: *„Kalkulatorische Zinsen auf die Reinigungsanlage“* =
= 14.000 DM pro Jahr * 8 %
= 1.120 DM pro Jahr

D Glossar

Das Glossar wurde gemeinsam durch die Projektpartner unter Zuhilfenahme folgender Literatur erarbeitet.

[Atkins] P.W. Atkins: Physikalische Chemie, VCH Weinheim 1987

[BMBF] Bundesministerium für Forschung und Technologie, Förderkonzept Produktionsintegrierter Umweltschutz, Bonn 1994

[ISO/EN/DIN 14040] Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework (Umweltmanagement - Ökobilanz - Prinzipien und allgemeine Anforderungen) DIN, Berlin 06/1997

[Schlünder, Thurner] E.U. Schlünder, F. Thurner: Destillation, Absorption, Extraktion, Thieme Verlag Stuttgart 1986

[Sontheimer, Spindler, Rohmann] H. Sontheimer, P. Spindler, U. Rohmann: Wasserchemie für Ingenieure, DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut der Universität Karlsruhe (TH), Karlsruhe 1980

[Stephan] B. Stephan: Fachdatenbank Chemikalienrecht, UB MEDIA-Verlag GmbH St. Wolfgang, 12/1996

D.1 Begriffe aus der Ökobilanzierung

- Eine **Abbildungsvorschrift** beschreibt die Aggregation der → *Sachbilanz*ergebnisse auf die einzelnen → *Wirkungskategorien*
(z.B.: kg Brennstoff → *MJ Primärenergie*verbrauch; Emission NO_3^- in Wasser → *Eutrophierungspotential*).

- **Abfälle** sind alle → *Stoffe* oder Gegenstände, deren sich der Besitzer entledigt oder gemäß den geltenden Vorschriften zu entledigen hat. Nach dem KrW-/AbfG wird dabei zwischen Abfällen zur Verwertung und Abfällen zur Beseitigung unterschieden. Abfälle zur → *Verwertung* sind Abfälle, die verwertet werden; Abfälle, die nicht verwertet werden, sind Abfälle zur Beseitigung.
Beispiel: Altöl aus der Oberflächenreinigung, das zur Verwertung in die Altölraffinerie gegeben wird, ist ein Abfall zur Verwertung.

  Endgültig abzulagernde Abfälle werden im Rahmen der → *Ökobilanz* in drei → *Wirkungskategorien* eingeteilt:

  Siedlungsabfälle: Hauptsächlich Abfälle aus Siedlungen und (Klein-) Gewerbe, aber auch chemisch inerte Verbrennungsrückstände.

  Sonderabfälle: Im wesentlichen Abfälle aus Produktions- und Energieerzeugungsprozessen.

  Radioaktive Abfälle: Abfälle aus dem Betrieb von Kernkraftwerken sowie aus dem Umgang mit radioaktiven Stoffen.

- **Abschneidekriterien** legen methodisch fest, an welchen Stellen der definierte → *Bilanzraum* eines Stoff- oder Energiestromes abgebrochen wird.

  Beispiel: Massenanteil an der Gesamtmasse aller Inputstoffe < 3 Gew. %.

- **Allokation**: Zuordnung der → *Input*- und Outputflüsse eines Prozesses auf das untersuchte Produkt- oder Dienstleistungssystem [ISO/EN/DIN 14040].

  Beispiel: Zuordnung von Emissionen eines Prozesses auf dessen verschiedene Kuppelprodukte dieses Prozesses.

- **Auswertung**: Phase der → *Ökobilanz*, bei der die Ergebnisse der → *Sachbilanz* oder der → *Wirkungsabschätzung* oder beide mit dem festgelegten Ziel und Untersuchungsrahmen zusammengeführt werden [ISO/EN/DIN 14040].

- **Beitrag zum katalytischen stratosphärischen Ozonabbau (ODP):** → *Wirkungskategorie*, die das Potential zum Abbau von Ozon in der Stratosphäre beschreibt. Der ODP-Wert von voll- und teilhalogenierten Substanzen wird relativ zu dem Potential von CFC-11(FCKW-11; $CFCl_3$) errechnet.

- **Betriebsstoffe** sind → *Stoffe*, die zum Betrieb der Investitionsgüter und für den Prozeßablauf notwendig sind. Sie fließen als → *Input* in den betrachteten → *Prozeß* ein. Sofern sie nicht wesentlicher Bestandteil des Gesamtinputs sind,

wird die Prozeßkette zu ihrer Herstellung nicht mitbilanziert. Die aus diesen Stoffen resultierenden → *Umweltbeeinflussungen* in der Gebrauchsphase und im → *Verwertungs-/*Entsorgungsbereich sind immer Bestandteil der → *Ökobilanz*.

Beispiel: Eine KW-Reinigungsanlage benötigt größere Mengen Lösemittel. Die Anlage wird zudem zweimal jährlich gewartet. Da das Lösemittel wesentlicher Bestandteil des Gesamtinputs ist, ist die Lösemittelherstellung Bestandteil der Bilanzierung. Das bei der Wartung benötigte Walzlagerfett für die Anlage dagegen ist kein wesentlicher Bestandteil. Die Herstellung des Walzlagerfettes ist damit nicht Gegenstand der Ökobilanz.

- **Bewertung** ist ein Bestandteil der → *Wirkungsabschätzung*, in dem die relative Bedeutung der → *Wirkungskategorien*, ergänzt mit → *Sachbilanz*daten festgehalten wird.
- Der **Bilanzraum** grenzt den Untersuchungsumfang in sachlicher, zeitlicher und räumlicher Hinsicht ein.

  Beispiel: In der Definition des Bilanzraumes wird methodisch festgelegt, daß die „Investitionsgüter Transportmittel" nicht Bestandteil der Bilanzierung sind.

- **Charakterisierung** ist ein Bestandteil der → *Wirkungsabschätzung*. Mittels Gewichtungsfaktoren erfolgt eine quantitative Zuordnung der einzelnen Stoffe der → *Sachbilanz* des untersuchten Systems zu den → *Wirkungskategorien*.

  Beispiel: Die Wirkungskategorie Treibhauseffekt wird in kg $C0_2$ ausgewiesen. Bezogen auf $C0_2$ trägt Methan 21-fach zum Treibhauseffekt bei. Der → Gewichtungsfaktor von Methan bezüglich der Wirkungskategorie Treibhauseffekt ist 21.

- **Datenqualität** bezeichnet das Maß an Vertrauen in einzelne → *Input*-Daten aus einer Quelle, in aggregierte Daten und in den gesamten Datensatz. Die Datenqualität einer → *Ökobilanz* wird durch eingeführte Indikatoren, die für das Projekt ausgewählt wurden, beschrieben.
- **Deponieraumbelegung** ist das Volumen, das ein → *Stoff* zum Zeitpunkt seiner Ablagerung auf der Deponie beansprucht.

  Beispiel: m^3 Siedlungsabfall.

- **Elementarfluß**:

  (1) Stoff oder Energie, der bzw. die dem untersuchten System zugeführt wird und der Umwelt ohne vorherige Behandlung durch den Menschen entnommen wurde.

  (2) Stoff oder Energie, der bzw. die das zu untersuchende System verläßt und ohne anschließende Behandlung durch den Menschen an die Umwelt abgegeben wird [ISO/EN/DIN 14040].

  Beispiel: $C0_2$ aus der Verfeuerung von Erdgas als Emission in die Atmosphäre.

- **Emissionsfaktor**: Spezifische Emission in Luft, Wasser und/oder Boden pro Aktivität (pro Energie, pro Masse, pro Transporteinheit).

  Beispiel: x kg $C0_2$ pro kWh Netzstrom BRD.

- **Endenergie** ist die Energie, die beim Energieverbraucher zur Nutzung bereitgestellt ist.

  Beispiel: Netzstrom BRD für den Anlagenbetreiber.

- **Energie, erneuerbar**: eine Wirkkategorie, die das Energieäquivalent erneuerbarer energetisch bewertbarer Ressourcen ausdrückt. Zur Bestimmung des Energieinhaltes der energetisch bewertbaren Ressourcen geht man von dem Massenstrom aus, der dem natürlichen Vorkommen entnommen wird und von dessen unterem Heizwert. Dies ist unabhängig von der Frage ob der Rohstoff stofflich („feedstock“) oder als Energieträger verwendet wird.

- **Energie, nicht erneuerbar**: eine Wirkkategorie, die das Energieäquivalent nicht erneuerbarer energetisch bewertbarer Ressourcen ausdrückt. Zur Bestimmung des Energieinhaltes der energetisch bewertbaren Ressourcen geht man von dem Massenstrom aus, der dem natürlichen Vorkommen entnommen wird und von dessen unterem Heizwert. Dies ist unabhängig von der Frage ob der Rohstoff stofflich („feedstock“) oder als Energieträger verwendet wird.

- **Erneuerbare Ressourcen** sind natürliche Ressourcen, die in signifikantem Maße erneuert werden können, wobei die Erneuerungsraten und die aktuellen und zukünftigen Verbräuche ausgeglichen sind.

  Beispiel: Wasserkraft.

- **Ersteller** ist eine Einzelperson oder Gruppe von Personen, die eine → *Ökobilanz* erstellt [ISO/EN/DIN 14040].

  Beispiel: Verbundpartner im Verbundprojekt: "Ganzheitliche Bilanzierung ....".

- **Eutrophierungspotential**: Eine → *Wirkungskategorie*, die das Potential zur Übersättigung eines biologischen Systems mit essentiellen Nährstoffen (die keine Kohlenstoffquellen sind) ausdrückt. Verursacher sind luft- und wassergetragene Emissionen, die „bioverfügbare“ Stickstoff- und Phosphorverbindungen enthalten.

- **Funktionelle Einheit** ist das Maß für die funktionelle Äquivalenz (Nutzen) der zu vergleichenden Systeme. *Beispiel: 1000 Vergleichschargen a 32 Liter.*

- **Gewichtungsfaktoren** quantifizieren den unterschiedlichen Beitrag verschiedener Stoffe zu einer → *Wirkungskategorie*.

  Beispiel: Methan trägt 21-fach mehr zum Treibhauseffekt bei als $C0_2$. Der Gewichtungsfaktor von Methan bezüglich der Wirkungskategorie Treibhauseffekt ist 21.

- **Global Warming Potential (GWP):** → *Wirkungskategorie*, die den möglichen Beitrag zum anthropogenen Treibhauseffekt beschreibt. Berücksichtigt werden → *Stoffe*, die direkt den Treibhauseffekt unterstützen (z.B. CO_2, CH_4, FCKW, O_3, N_2O) und Stoffe, die über die Bildung von CO_2 und H_2O (z.B. CO, CH_4) wirken.

- **Hilfsstoffe** sind → *Stoffe*, die bei der Produkt-Fertigung in das Erzeugnis eingehen. Sie sind nicht wesentlicher Bestandteil des Erzeugnisses, sondern erfüllen lediglich eine Hilfsfunktion im fertigen Produkt. Die Prozeßkette zu ihrer Herstellung wird nicht mitbilanziert, aus diesen Stoffen resultierende → *Umweltbeeinflussungen* in

der Gebrauchsphase und im *Verwertungs*-/ Entsorgungsbereich dagegen sind Bestandteil der → *Ökobilanz*.

Beispiel: Zusatzstoffe bei der Produktion eines Reinigungsmediums.

- **Humantoxizität:** → *Wirkungskategorie*, die die Beurteilung des Schadpotentials von → *Stoffen* im menschlichen Körper ermöglichen soll.
- **Input**: → *Stoff* oder Energie, der bzw. die einem → *Prozeß* zugeführt wird (Anm.: Stoffe können Ausgangsmaterialien oder Produkte einbeziehen.) [ISO/EN/DIN 14040].

  Beispiel: Netzstrom BRD für den Betrieb der Reinigungsanlage.
- **Interessierter Kreis**: Einzelne Person oder Gruppe von Personen, die sich mit der Umweltleistung des betrachteten Untersuchungssystems oder den Ergebnissen einer Produkt-Ökobilanz beschäftigt oder davon betroffen ist [ISO/EN/DIN 14040].
- **Klassifizierung** ist ein Bestandteil der → *Wirkungsabschätzung*, in dem die → *Sachbilanz*parameter gruppiert und einer Reihe von → *Wirkungskategorien* zugeteilt werden. Es handelt sich dabei um eine qualitative Beurteilung der unterschiedlichen Wirkungen, die im Zusammenhang mit dem untersuchten System erwartet werden.

  Beispiel: Festlegung der zu untersuchenden potentiellen Umweltwirkungen: Deponieinanspruchnahme, Beitrag zum Eutrophierungspotential etc.
- **Kritische Begleitung**: → *Peer Review*
- **Kuppelproduktionen** sind Produktionsprozesse, in denen mehrere → *Stoffe*, die genutzt werden, entstehen. Die zugehörigen → *Input*- und *Output*größen sind allen Kuppelprodukten anteilig zuzurechnen.

  Beispiel: Bei der Erdölraffination entstehen unterschiedliche Raffinate. Die bei der Raffination entstehenden Kohlenwasserstoffemissionen werden den einzelnen Raffinerieprodukten anteilig zugeordnet.
- **Lebensweg**: Aufeinanderfolgende und miteinander verbundene Stufen eines Produkt- oder Dienstleistungssystems von der → *Rohstoff*gewinnung oder Gewinnung natürlicher Ressourcen bis zur endgültigen Beseitigung [ISO/EN/DIN 14040].

  Beispiel: Ökobilanz eines Automobils, angefangen von der Rohstoffentnahme bis zur endgültigen Ablagerung des Automobils oder von Einzelteilen.
- **Mineralien; mineral. Ressourceninanspruchnahme**: Eine → *Wirkungskategorie*, die die Summe aller nicht energetisch bewertbaren mineralischen → *Rohstoffinputs* im Untersuchungsraum ausweist.

  Beispiel: Wird im Untersuchungsraum Natronlauge benötigt, so ist die zur Erzeugung der Lauge notwendige Steinsalzmenge Bestandteil dieser Wirkungskategorie, da Steinsalz nicht energetisch über den unteren Heizwert bewertbar ist.
- **Minorkomponenten** sind → *Stoffe*, die in einen → *Prozeß* eingehen, aber bezogen auf den Gesamtinput nicht wesentlicher Bestandteil des Prozesses sind. Die Prozeßkette zu ihrer Herstellung wird nicht mitbilanziert, aus diesen Stoffen

resultierende → *Umweltbeeinflussung*en in der Gebrauchsphase und im → *Verwertung*s-/ Entsorgungsbereich dagegen sind Bestandteil der → *Ökobilanz*.

Beispiel: Betriebsstoffe können Minorkomponenten sein (Lagerfett...), Hilfsstoffe sind in jedem Falle Minorkomponenten.

- Ein **Modul** stellt die kleinste Untersuchungseinheit dar, für die der → *Input* und → *Output* von Stoffen, Energien und Dienstleistungen ausgewiesen wird. Zusätzlich können noch qualitative Aussagen ein Modul beschreiben.

  Beispiel: Als Modul kann eine komplette Reinigungsanlage oder auch nur der Trocknungsprozeß der Reinigung definiert sein.

- **Normalisierung**: Relation der → *Stoff*- und Energieströme einer → *Ökobilanz* in Bezug zu vorhandenen raumbezogenen Stoff- und Energieströmen.

  Beispiel: Eine ökologische Maßnahme eines Unternehmens in Deutschland wird durch eine Ökobilanz quantifiziert. Eine "normalisierte Größe" kann dann ausdrücken, welchen Effekt diese ökologische Maßnahme in Bezug auf die ökologische Belastung von ganz Deutschland hat.

- **ODP** (ozone depletion potential) → *Beitrag zum katalytischen stratosphärischen Ozonabbau*

- **Output**: Stoff oder Energie, der bzw. die von einem → *Prozeß* abgegeben wird (Anm.: Stoffe können Ausgangsmaterialien, Produkte, Emissionen und → *Abfall* einschließen.) [ISO/EN/DIN 14040].

  Beispiele: $C0_2$-Emission, Energieüberschuß einer Eigenenergieerzeugung, der in das öffentliche Netz eingespeist wird.

- **Ökobilanz**: Zusammenstellung und Bewertung der Input- und Outputflüsse eines → *Produktsystem*s im Verlaufe seines Lebensweges (von der "Wiege bis zur Bahre") und der mit ihnen verbundenen potentiellen Umweltwirkungen. Die allgemeinen Kategorien der zu berücksichtigenden Umweltwirkungen umfassen die Nutzung von Ressourcen, die menschliche Gesundheit und die ökologischen Wirkungen auf die Kompartimente Boden, Luft und Wasser. → *Produkt-Ökobilanz*

- **Ökotoxizität:** → *Wirkungskategorie*, die die Beurteilung des Schadpotentials von → *Stoff*en in Ökosystemen ermöglichen sollte. Wesentliche Untersuchungsparameter sind die Beständigkeit in der Umwelt (Persistenz) sowie die Anreicherungen in der Nahrungskette (Bioakkumulation) und in abiotischen Segmenten.

- **PAN**, Peroxyacetylnitrat, → *Photooxidantien*

- **Peer Review:** Kritische Begleitung einer → *Ökobilanz* durch ein Expertengremium. Es wird geprüft, ob die gewählte Durchführung bei der Ökobilanzierung die Anforderungen der internationalen Norm (im Augenblick ISO/EN/DIN 14040) an die Methodik, Datensammlung und Berichterstattung erfüllt. Die kritische Begleitung kann erfolgen über (einen) interne(n)- oder externe(n) Sachverständige(n) oder durch interessierte Kreise (über ein Panel von Gutachtern; notwendig, wenn eine vergleichende Aussage getroffen wird).

- **Photooxidantien** (O_3, Aldehyde, Acrolein, PAN) können sich in der Luft durch Reaktionen von Stichstoffoxiden (NO_x) mit Kohlenwasserstoffen (→ *VOC*) und Sauerstoff unter dem Einfluß intensiver Sonneneinstrahlung bilden. Sie führen im Sommer in bodennahen Luftschichten bei erhöhten Konzentrationen zur Ausbildung des sogenannten "Photochemischen Smog" ("Los-Angeles-Smog").

- Das **Photochemical Ozone/Oxidant Creation Potential (POCP)** ist eine → *Wirkungskategorie* und beschreibt die potentielle Bildung von → *Photooxidantien* in Form von Ethenäquivalenten.

- **POCP:** → Photochemical Ozone/Oxidant Creation Potential

- **Primärenergieäquivalent:** Eine → *Wirkungskategorie*, die die Summe der Inanspruchnahme von Primärenergie durch das Untersuchungsobjekt beschreibt. Die energetisch bewertbaren Ressourcen aus der → *Sachbilanz* werden dabei über ihren unteren Heizwert energetisch bewertet.

- **Primärenergieträger** sind die Energieressourcen der Umwelt, aus denen Energie bereitgestellt wird.

  Beispiel: Der Primärenergieträger Rohöl aus der Lagerstätte wird zur Bereitstellung des → Endenergieträgers Dieselkraftstoff für ein Transportmittel verwendet.

- **Produkt-Ökobilanz** (LCA): Zusammenstellung und Beurteilung der → *Input*- und *Output*flüsse und der potentiellen Umweltwirkungen eines → *Produktsystems* im Verlauf seines → *Lebensweges* [ISO/EN/DIN 14040]. Dienstleistungssysteme sind in dieser Norm enthalten.

- **Produktsystem**: Zusammenfassung der durch Material- und Energieflüsse verbundenen Prozesse, die eine oder mehrere festgelegte Funktionen erfüllen (Anm.: In dieser internationalen Norm wird die Benennung „Produkt" nicht nur auf Produktsysteme angewendet, sondern gilt auch für Dienstleistungen.) [ISO/EN/DIN 14040].

- Ein **Prozeß** ist der kleinste Teil eines Untersuchungssystems, für den zur Erstellung einer → *Ökobilanz* Daten gesammelt werden [ISO/EN/DIN 14040].

- Die Kategorie **Radioaktive Abfälle** umfaßt alle Arten radioaktiver Abfälle aus der Brennelemente-Herstellung und aus dem Betrieb von Kernkraftwerken, die elektrischen Strom für öffentliche Netze bereitstellen.

- **Recycling** bezeichnet die Prozesse zur → *Verwertung* von Stoffen zur Herstellung neuer Produkte (stoffliches R., Wieder- und Weiterverwendung) oder zur Energiegewinnung (energetisches Recycling).

  Beispiel: destillative Rückgewinnung von gebrauchten CKW-Lösemitteln;

  Anmerkungen: 1.: Rückgewinnung eines Stoffes aus einem → *Output* zur Nutzung als → *Input* in einem anderen System wird 'Recycling in einem offenen Kreislauf' genannt. 2.: Rückgewinnung eines Stoffes aus einem → *Output* zur Nutzung als → *Input* im selben System wird 'Recycling in einem geschlossenen Kreislauf' genannt.

Recycling ist ein wertvolles Verfahren zum Umweltschutz. Die dabei gewonnenen Vorteile können allerdings durch die angewendeten Prozesse z. B. durch Abwasserbelastung, Abluftprobleme, Energieeinsatz oder Landschaftsverbrauch verloren gehen. Darum genießt die Vermeidung von Rückständen grundsätzlich höhere Priorität als das Recycling.

- **Ressourcenverbrauch**: Reduktion des globalen Bestandes an → *Rohstoff*en, resultierend aus der Entnahme nicht erneuerbarer Ressourcen oder der Entnahme → *erneuerbarer Ressourcen* in höherem Maße als diese nachwachsen.

  Beispiel: Verringerung der Rohölvorräte durch ständigen Verbrauch; → mineralische Ressourcen.

- **Rohstoff**: Primäres oder sekundäres Material, das zur Herstellung eines Produktes eingesetzt wird [ISO/EN/DIN 14040]. Hinweis: Die Definition dieses Begriffes in der Systemkostenanalyse (betriebswirtschaftliche Sicht) unterscheidet sich von der Definition in der Ökobilanzierung (vgl. Kapitel D.1.3).

  Beispiel: Tensid für die Herstellung eines wäßrigen Reinigungsmediums.

- **Sachbilanz**: Phase der → *Ökobilanz*, die die Zusammenstellung und Quantifizierung der → *Inputs* und → *Outputs* eines gegebenen Produkt- oder Dienstleistungssystems im gesamten Untersuchungsraum umfaßt [ISO/EN/DIN 14040].

- **Schwachstellen- und Verbesserungsanalyse**: Bestandteil der → *Ökobilanz*, der die Schlußfolgerungen der Studie beinhaltet.

  Beispiel: Aufzeigen der Quellen und der Möglichkeiten zur Verringerung der Emissionen durch KW-Anlagen.

- **Sekundärrohstoff**: Aufbereitete Rückstände (→ *Abfälle* zur → *Verwertung*) innerhalb des → *Bilanzraumes*, die einer Verwertung außerhalb des Bilanzraumes zugeführt werden und umgekehrt.

  Beispiel: Aufbereitetes Altöl aus der Oberflächenreinigung, das zur Herstellung von Motoröl verwendet wird.

- **Siedlungsabfall**: → Abfälle

- In die Kategorie **Sonderabfälle** fallen Produktionsabfälle und Abfälle aus der Energiebereitstellung, die nicht auf Siedlungsabfalldeponien abgelagert werden dürfen.

- Ein **Standard** → ***modul*** besteht aus verallgemeinerten Prozeßdaten, die die → *Input/Output*-Beziehungen für einen betreiber- oder firmenunspezifischen Prozeß beschreiben. Die Beschreibung besteht aus gewichteten Daten (Mittelwerten) und Bandbreiten für gleiche Prozesse bei verschiedenen Betreibern oder Firmen. Die Mittelwertbildung erfolgt durch Gewichten der spezifischen Prozeßdaten, wenn möglich mit den Einsatz- bzw. Produktionsmengen der betreiber- oder firmenspezifischen Prozesse.

- **Stoffe** treten als → *Input*- und *Output*größen der einzelnen → *Module* auf. Auch Dienstleistungen, wie z.B. das Reinigen einer Metalloberfläche oder der Transport von einem Produkt, werden methodisch wie Stoffe behandelt.

- **Systemgrenze**: Schnittstelle zwischen einem → *Produktsystem* und seiner Umwelt oder anderen Produktsystemen [ISO/EN/DIN 14040].
- **Transparenz**: Offene, umfassende und verständliche Darstellung von Informationen [ISO/EN/DIN 14040].

  Beispiel: Auflistung von Annahmen, die bei der Bilanzierung getroffen wurden.
- **Umweltaspekte** sind Bestandteile von Aktivitäten einer Organisation, von Produkten oder von Dienstleistungen, die mit der Umwelt in Wechselwirkung treten können [ISO/EN/DIN 14040].
- **Umweltbeeinflussung**: Die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, das ökologische Gleichgewicht von Flora und Fauna oder die zukünftige Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen, die den → *Input*- und *Output*strömen eines Systems zugeschrieben werden.

  Beispiel: Störung des ökologischen Gleichgewichtes eines Gewässers durch Eutrophierung.
- Als **Umweltkategorien** werden erkannte Umweltproblemfelder bezeichnet, die durch das menschliche Handeln gravierenden ökologischen Veränderungen unterliegen.

  Beispiel: Klimaveränderungen, Ressourcenverbrauch, Artenvielfalt.

  Umweltkategorien dienen zur → *Klassifizierung* von unmittelbar oder nicht unmittelbar umweltbeeinflussenden Größen (s. Anmerkungen).

  Anmerkungen: 1.: In unmittelbar umweltbeeinflussenden Größen werden stoffliche Einflüsse auf die Umwelt angegeben. Hiermit werden Stoffentnahmen aus der natürlichen Umwelt und -abgaben an die Umwelt beschrieben. *Beispiele: Entnahme von Rohöl aus einer Lagerstätte; Emission von $S0_2$.* 2.: Nicht unmittelbar umweltbeeinflussende Größen sind Stoffe, Energien und Dienstleistungen, die Prozesse verbinden oder die nicht auf → *Umweltbeeinflussung*en reduziert sind. *Beispiele: Transport mit Lkw; LDPE-Granulat.* Diese sind in der Regel jedoch mit umweltbeeinflussenden Größen bei ihrer Bereitstellung oder Weiterverarbeitung verbunden.
- **Vergleichende Aussage**: Umweltaussage zur Überlegenheit oder Gleichwertigkeit eines Produktes im Vergleich zu einem Konkurrenzprodukt mit dem gleichen Verwendungszweck bzw. Nutzen [ISO/EN/DIN 14040].
- **Versauerungspotential (AP, Acidification Potential)**: → *Wirkungskategorie*, die das Potential zu Milieuveränderungen in Biosystemen durch einen Protoneneintrag ausdrückt. Es werden alle luft- und wassergetragenen Emissionen aus den Sach-Ökobilanzen nach ihrer Fähigkeit beurteilt, Protonen abzugeben.

  Beispiel: Ein Mol NO_x kann in HNO_3 übergehen und besitzt damit das Potential, ein H^+-Ion freizusetzen.
- **Verwertung; stoffliche- , energetische-**

  Energetische Verwertung ist die zielgerichtete und nicht nur als Nebenzweck der konventionellen Abfallbehandlung vorgenommene Gewinnung von Energie aus

→ *Abfäll*en, in der Regel durch Verbrennung. Sie ist nach § 6 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes nur zulässig, wenn der Abfall einen Heizwert von mindestens 11.000 kJ/kg hat, die Feuerungsanlage einen Feuerungswirkungsgrad von mindestens 75 % erzielt und die gewonnene Wärme selbst genutzt oder an Dritte abgegeben wird [Stephan].

Die **stoffliche Verwertung** von → *Abfäll*en beinhaltet insbesondere die Substitution von → *Rohstoff*en durch das Gewinnen von → *Stoff*en aus Abfällen (→ *sekundäre Rohstoffe*) oder die Nutzung der stofflichen Eigenschaften der Abfälle für den ursprünglichen oder auch einen anderen Zweck. Voraussetzung für die Anerkennung als stoffliche Verwertung nach § 4 Abs. 3 KrW-/ AbfG ist, daß der Hauptzweck der Behandlungsmaßnahme in der Nutzung des Abfalls und nicht in der Beseitigung des Schadstoffpotentials liegt. Die unmittelbare Rückgewinnung der in den Abfällen ggf. enthaltenen Energie gilt nicht als stoffliche Verwertung [Stephan].

- **VOC** (volatile organic compounds) sind leichtflüchtige organische Verbindungen, die z.B. als Emissionen aus Produktionsprozessen zur Bildung von → *Photooxidantien* führen können.
- **Wasserentnahme, Wasserinanspruchnahme:** → *Wirkungskategorie*, in der die Wasserentnahme aus der Umwelt im gesamten Untersuchungsraum volumetrisch aufsummiert wird.
- **Wirkfrachtpotential Atmosphäre**: Wirkungskategorie, die das Potential ökotoxikologischer Auswirkungen für das Kompartiment Luft ausdrückt.
- **Wirkfrachtpotential Wasser**: Wirkungskategorie, die das Potential ökotoxikologischer Auswirkungen für das Kompartiment Wasser ausdrückt.
- **Wirkungsabschätzung**: Phase der → *Ökobilanz*, die dem Erkennen und der Beurteilung der Größe und Bedeutung von potentiellen Umweltwirkungen eines Produktes dient [ISO/EN/DIN 14040].
- Als **Wirkungsindikator** wird der Beitrag aller im System zu berücksichtigenden → *Stoffe* zu einer → *Wirkungskategorie* bezeichnet. Der Wirkungsindikator ist die Maßzahl eines → *Wirkungsparameters*. Sie ergibt sich aus dem Produkt der → *Gewichtungsfaktoren* der Einzelstoffe mit der Masse der Emissionen der Einzelstoffe und einer abschließenden Addition der Beiträge aller Einzelstoffe.
- **Wirkungskategorien** bezeichnen Klassen von Umweltwirkungen, in welchen Ressourcenverbräuche und verschiedene Emissionen mit gleicher Umweltwirkung zusammengefaßt werden. Die Wirkungskategorien werden nach ihrem Wirkbereich in globale, lokale und regionale unterschieden.

  Beispiel: Klimaveränderungen können durch die Wirkungskategorien Treibhauseffekt und Ozonabbau beschrieben werden.
- **Wirkungsparameter** sind → *Wirkungskategorien* beschreibende physikalische Größen.

  *Beispiel: Die Eigenschaft von Stoffen, einen Beitrag zum stratosphärischen Ozonabbau zu leisten, wird durch das Ozonabbaupotential (**O**zone **D**epletion **P**otential) quantifiziert.*

D.2 Begriffe aus der Reinigungs- und Oberflächentechnik

- Unter **a.a.R.d.T.** (allgemein anerkannten Regeln der Technik) werden allgemein in der Praxis erprobte und bewährte Verfahren und Betriebsweisen verstanden, die einzusetzen von der Mehrheit der Fachwelt für geboten erachtet wird.
  Die **allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T.)** bezeichnen nach der vorliegenden Begriffsbestimmung '...Regeln, die in der praktischen Anwendung eine Erprobung gefunden haben, wobei die Mehrheit der auf dem Fachgebiet tätigen Personen, die diesen Regeln entsprechenden Vermeidungsmaßnahmen als richtig ansieht. Anhaltspunkte dafür sind, daß entsprechende Forderungen bei Neuzulassungen von Abwassereinleitern regelmäßig erhoben werden und diese Forderungen von den Betroffenen als in der Praxis durchführbar erkannt werden. Bei der Festsetzung dessen, was als allgemein anerkannte Regeln der Technik (a.a.R.d.T.) zu gelten hat, sind auch die anderen Umweltbereiche außer Wasser, insbesondere Luft und Abfall zu berücksichtigen, um zu vermeiden, daß das Abwasserproblem auf Kosten anderer Umweltbereiche gelöst wird.' (Berichte der Arbeitsgruppen zu den allgemeinen Verwaltungsvorschriften nach § 7a WHG, Herausgegeben vom Bundesminister des Innern und der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Wasserwirtschaftsamt Bremen, März 1982) [Stephan].
- **Abfall** im Sinne des neuen Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes sind alle beweglichen Sachen, '... deren sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muß' (§ 3 KrW-/AbfG). Dieser vorsorgeorientierte Abfallbegriff umfaßt sowohl alle in der Produktion anfallenden als auch jene Dinge, für die ihr Besitzer keinen Verwendungszweck mehr hat.
  Zu den Abfällen zählen schwermetallhaltige Schlämme aus Abwasserbehandlungsanlagen oder Metallspäne aus der Industrie ebenso wie alte Autos, Radios oder Zeitungen aus den Haushalten. Durch diese bereits mit der EG-Abfallrahmenrichtlinie (91/156/EWG) vorgegebene Erweiterung des Abfallbegriffs unterfallen nunmehr auch die Reststoffe den Pflichten des Abfallrechts. Dabei werden Abfälle zur Verwertung und Abfälle zur Beseitigung unterschieden. Abfälle zur Verwertung sind Abfälle, die stofflich oder energetisch verwertet werden. Abfälle, die nicht verwertet werden, sind Abfälle zur Beseitigung. Abfälle sind vorrangig zu vermeiden. Maßnahmen zur Vermeidung von Abfällen sind insbesondere die anlageninterne Kreislaufführung von Stoffen, die abfallarme Produktgestaltung sowie ein auf den Erwerb abfall- und schadstoffarmer Produkte gerichtetes Konsumverhalten (§ 4 Abs. 6 KrW-/ AbfG). Unvermeidbar anfallende Abfälle sind stofflich oder energetisch zu verwerten. Die Entscheidung darüber, ob der stofflichen oder der energetischen Verwertung der Vorrang einzuräumen ist, wird nach § 6 Abs. 1 KrW-/AbfG von der Umweltverträglichkeit des jeweiligen Wegs bestimmt [Stephan].
  In diesem Projekt wurden bei der Berechnung der Ökobilanz noch folgende Abfälle unterschieden:
  Siedlungsabfall: Hauptsächlich Abfälle aus Siedlungen und (Klein-)Gewerbe, aber auch chemisch inerte Verbrennungsrückstände

Besonders überwachungsbedürftige Abfälle:

Radioaktiver Abfall: Abfälle aus dem Betrieb von Kernkraftwerken sowie aus dem Umgang mit radioaktiven Stoffen.

- **Abgas:** Bei Verbrennungsprozessen (z.B. in Kohlekraftwerken) entstehende Gase, die feste, flüssige oder gasförmige Luftverschmutzungen, wie z.*B. Schwermetalle, Stickoxide, Schwefeloxide, Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid, Staub und Ruß enthalten können* [Stephan].

- **Abluftreinigung** im Rahmen der industriellen Teilereinigung ist das Verringern des dampfförmigen Lösemittelgehalts im Abluftstrom einer Reinigungsanlage unter der Vorgabe der Lösemittelrückgewinnungsrate und der Unterschreitung gesetzlich festgelegter Abluftkonzentrationsgrenzwerte.

- **Absorption** bezeichnet aus materieller Sicht das Lösen eines Gases oder Gasgemisches in einer Flüssigkeit oder einem Feststoff.

- **Abwasser:** Durch häusliche, gewerbliche, industrielle oder anderweitige Nutzung in seiner Beschaffenheit nachteilig verändertes Wasser aus dem Bereich von Ansiedlungen, gewerblichen, industriellen und landwirtschaftlichen Betrieben. Hierzu gehört auch das aus bebauten Gebieten (befestigten/versiegelten Flächen) abfließende Niederschlagswasser. Weiterhin ist als Schmutzwasser das aus Anlagen zum Behandeln, Lagern und Ablagern von Abfällen stammende Wasser (Sickerwasser) zu betrachten [Stephan].

- Eine **Abwasserabgabe** müssen Einleiter von Abwasser zahlen (z.B. Gemeinden, Industrie), das sich auf die von der Einleitung betroffenen Gewässer schädlich auswirkt.

  Die Höhe der Abwasserabgabe richtet sich nach der Schädlichkeit des eingeleiteten Abwassers. Zur Bewertung der Schädlichkeit werden die Jahresschmutzwassermenge, der chemische Sauerstoffbedarf (CSB), die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor, die Schwermetalle Quecksilber, Cadmium, Nickel, Chrom, Blei, Kupfer und die organischen Halogenverbindungen (AOX) sowie die Fischgiftigkeit des Abwassers herangezogen (§ 3 in Verbindung mit Anlage A AbwAG). Die Abwasserabgabe gehört zu den Lenkungsabgaben. Damit wird die Inanspruchnahme von Naturgütern mit einem staatlich administrierten Preis belegt. Der Abgabesatz stellt gewissermaßen den Preis für die Inanspruchnahme der Biosphäre in Gestalt der Einleitung von Abwässern in Gewässer dar. Die Abwasserabgabe flankiert die ordnungsrechtlichen Anforderungen an die Einleitung von Abwasser nach § 7a WHG. Die Abwasserabgabe allein verpflichtet den Abwassereinleiter nicht zur Einhaltung oder Unterschreitung bestimmter Abwasserfrachten, aber die mit der Abgabe verbundenen Kosten zwingen ihn zu wirtschaftlichen Überlegungen: Solange die betrieblichen Kosten der Verringerung der Abwasserlast niedriger sind, als die sonst zu zahlende Abgabe, lohnt es, die Abwasserfracht zu reduzieren. Dabei ist der Einzelne frei, ob, wie und mit welchen Mitteln die Abwasservermeidung oder -behandlung vorgenommen wird [Stephan].

- **Abwassereinleitung***:* Die Einleitung von → *Abwasser* in ein Gewässer stellt gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 4 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) einen Benutzungstatbestand dar und ist gemäß § 2 in Verbindung mit § 7 WHG

erlaubnispflichtig. Eine Erlaubnis für das Einleiten von Abwasser darf nur erteilt werden, wenn die Mindestanforderungen nach § 7a WHG erfüllt sind [Stephan].

- **Adsorbens** ist ein Feststoff, an dem sich das → *Adsorptiv* anlagert.
- **(Physikalische) Adsorption** oder **Physisorption** ist die physikalische Bindung von Atomen oder Molekülen aus einer Gas- oder Flüssigphase an der Oberfläche eines Festkörpers. Die Bindungskräfte beruhen (im Gegensatz zur → *Chemisorption*) auf Dispersions- oder Dipolwechselwirkungen der Stoffe.
- Eine **Adsorptionsisotherme** gibt für ein bestimmtes → *Adsorptiv* und → *Adsorbens* die Abhängigkeit der Beladung von der Konzentration bzw. dem Partialdruck des Adsorptivs bei einer konstanten Temperatur im Gleichgewicht an.
- **Adsorptiv** ist der am → *Adsorbens* zu adsorbierende Stoff.
- Der **Aggregatzustand** kennzeichnet den Zustand, in dem ein Stoff vorliegt (fest, flüssig oder gasförmig).
- **Aktivkohlefilter** ist ein Filterbett aus Aktivkohle zur → *Adsorption* organischer Schadstoffe aus einer gasförmigen oder flüssigen Phase.
- **Aktivzeit**: → *Bezugszeit*
- Unter einer **Anlage** werden im Sinne des BImSchG, A.2. 'Maschinen, Geräte und sonstige ortsveränderliche technische Einrichtungen sowie Fahrzeuge' verstanden; *hier eine Reinigungsanlage*.
- Unter **AOX** werden **a**dsorbierbare **o**rganische Halogenverbindungen verstanden.
  AOX steht nach DIN 38 409 Teil 14 als Abkürzung für ‘Adsorbierbare organische Halogene’ und ist ein Summenparameter, für die nach diesem Verfahren bestimmbaren Halogene Chlor, Brom und Iod in Wasser. Organisch gebundenes Fluor kann verfahrensbedingt nicht erfaßt werden.
  Das ‘A’ in ‘AOX’ kennzeichnet die betreffenden Inhaltsstoffe als ‘an Aktivkohle adsorbierbar’. Das Analysenergebnis wird jeweils in Chlorid-Äquivalenten angegeben.
  Im Summenparameter AOX werden z.B. Gehalte an 1,1,1-Trichlorethan, Trichlorethen (TRI) und Tetrachlorethen (PER) im → *Abwasser* widergespiegelt, diese extrem giftigen und umweltgefährlichen Chlorkohlenwasserstoffe stehen bekanntlich seit einiger Zeit auf dem ‘Index’. Nicht zuletzt deshalb gilt AOX als gefährlicher Stoff im Sinne des § 7a WHG und bei der behördlichen Bewertung einer Abwassereinleitung unter dem Gesichtspunkt des Gewässerschutzes wird dem AOX große Bedeutung zugemessen. Darüber hinaus führen AOX-Befunde im Abwasser von Direkteinleitern zur Erhebung von Abwasserabgaben.
  Aufgrund der Vielfalt der in diesem Summenparameter zusammengefaßten Einzelstoffe und durch die verschiedenen Definitionen der analytischen Verfahren ergeben sich erhebliche Schwierigkeiten bei der Interpretation der Untersuchungsbefunde nach toxikologischen bzw. ökologischen Gesichtspunkten. Hinzu kommt, daß einige Stoffe zu Verfälschungen oder Störungen der Analytik führen. Z.B führen Chloridkonzentrationen, die wesentlich über 1 g/l liegen, zu fehlerhaften Analysenergebnissen [Stephan].

- **Aquaclean** [1] s. → *Destille*
- Eine **Arbeitskammer** ist ein Behälter einer Reinigungsanlage für die Durchführung eines - je nach Ausstattung der Anlage wählbaren - Reinigungs- oder Spülverfahrens. Für die Beschickung und Entnahme des Reinigungsgutes und während der Stillstandszeit der Anlage ist die Arbeitskammer geleert. Vor Beginn des Verfahrens wird die Arbeitskammer aus Emissionsschutzgründen dicht abgeschlossen. Das benötigte → *Lösemittel* wird aus einem → *Vorratstank* zugeleitet und nach Beendigung des Verfahrens wieder in diesen Tank zurückgeführt.
- Unter **Arbeitszeit** wird abzüglich der gewerkschaftlich und betriebsüblich eingehaltenen Pausen die Zeit verstanden, in der die Anlage betriebsbereit zur Verfügung steht und genutzt werden kann.
- Die **Auslastung einer Anlage** errechnet sich dann als Quotient aus Reinigungs- und Arbeitszeit bzw. als Quotient aus der Zahl der während der Reinigungszeit gereinigten Chargen und der während der Arbeitszeit maximal möglichen Zahl zu reinigenden Chargen.
- Ein **azeotropes Gemisch** liegt vor, wenn die Wechselwirkungskräfte zwischen zwei durch Destillation zu trennenden Flüssigkeitskomponenten ungleich den Wechselwirkungskräften innerhalb der einzelnen Komponenten sind. Flüssigkeit und Dampf besitzen dann in einem ausgezeichneten - dem sogenannten azeotropen - Punkt die gleiche Konzentration. Eine Trennung des Flüssigkeitsgemisches in reine Komponenten ist nicht möglich.
- Ein **(Reinigungs-/Spül-) Bad** ist ein offenes Becken einer Reinigungsanlage, in dem ein bestimmtes Reinigungs- oder Spülverfahren durchgeführt wird. Im Gegensatz zur → *Arbeitskammer* werden Bäder mit konstantem Flüssigkeitsfüllstand betrieben.
- Unter **Badpflege** werden alle Maßnahmen verstanden, die zu einer Standzeitverlängerung des Reinigungsmediums führen. Im Falle der Lösemittelreinigung werden entsprechende → *Stabilisatoren* zugesetzt oder eine schonende Aufbereitung in Form der → *Vakuumdestillation* durchgeführt.
  Werden → *wäßrigen Medien* eingesetzt, kann über eine ausreichende analytische Kontrolle die Reinigerchemie und die Spültechnik so gestaltet werden, daß die Bäder eine lange → *Standzeit* besitzen. Technische Maßnahmen, wie der Einsatz von Filtrationseinrichtungen oder → *Ölabscheidern*, bewirken ebenfalls eine Standzeitverlängerung.
- **Bedampfen** s. → *Dampfentfetten*
- **Beizen** ist die Oberflächenbehandlung von festen Stoffen mit wäßrigen Lösungen, durch die eine Desinfizierung, Färbung, Rostbeseitigung oder dergleichen erzielt werden soll.
- Unter **Betriebszeit** wird die Zeit vom Beginn des Aufheizens bis zur Beendigung der Nachlaufzeit der Reinigungsanlage verstanden. Sie ergibt sich aus der *Summe von → Neben- und → Arbeitszeit*.

[1] spezifischer Ausdruck der Anlagenhersteller

- Die **Bezugszeit** ist bei Betrachtung einer Anlage die Arbeitszeit. Bei der Betrachtung von einzelnen Komponenten, z.B. einer Heizung ist die Bezugszeit die Zeit, in der die Komponente arbeitet. Damit kann die Bezugszeit auch eine Zeit außerhalb der Arbeitszeit sein, *z.B. Heizung einer Adsorptionseinheit zur regelmäßigen Regenerierung.*

- **Builder** sind Waschmittelinhaltsstoffe, die durch spezifische Effekte selbst zum Waschgeschehen beitragen und wesentlich die Wirkung anderer Waschmittelkomponenten (Tenside, Bleichmittel) beeinflussen.

- Bei der **Chemisorption** (**chemische Adsorption**, **chemische Wäsche)** wird das $\rightarrow$ *Adsorptiv im Gegensatz zur* $\rightarrow$ *Physisorption* durch eine chemische Bindung an der Oberfläche des $\rightarrow$ *Adsorbens* gebunden.

- Unter dem Begriff **Chromatographie** werden Analysen- und Trennverfahren verstanden, bei denen durch Wechselwirkung einer mobilen Phase (Flüssigkeits- oder Gasgemisch) mit einer festen Phase eine Auftrennung in die Gemischkomponenten erfolgt.

- **Chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW):** Sammelbezeichnung für organische chemische Verbindungen, die chemisch gebundenes Chlor enthalten. Einige CKW werden auf Grund besonderer Eigenschaften zu den besonders gefährlichen Umweltgiften gerechnet. Viele der CKW sind biologisch nicht oder schwer abbaubar. Auf Grund ihrer guten Fettlöslichkeit können sie sich im Fettgewebe von Mensch und Tier anreichern. Viele CKW sind von erheblicher Giftigkeit, einige können krebserzeugend wirken. Zu den CKW gehören u.a. auch PCB oder die Dioxine. Typische Anwendungsgebiete für CKW sind Pflanzenschutzmittel (z.B. Lindan), Holzschutzmittel (z.B. Pentachlorphenol), Reinigungs- und Lösemittel (z.B. Trichlorethylen, Perchlorethylen), die Kunststoffherstellung (z.B. Vinylchlorid, Polyvinylchlorid) und Narkosemittel (z.B. Chloroform) [Stephan].

  Für das Projekt werden darunter verstanden: Perchlorethylen, Trichlorethylen.

- Der **C**hemische **S**auerstoff**b**edarf (**CSB**) ist definiert als diejenige Menge an Sauerstoff, welche der bei der Oxidation der organischen Wasserinhaltsstoffe verbrauchten Menge an Kaliumdichromat unter bestimmten Bedingungen äquivalent ist [Sontheimer, Spindler, Rohmann]. Er ist ein Maß für die Verunreinigung von Abwässern, Gewässern mit organischen Substanzen. Er wird photometrisch oder über Titration bestimmt.

- Der **Dampfdruck** ist ein Maß für das Bestreben eines Stoffes, in den Dampfzustand überzugehen. Der Dampfdruck steigt mit der Temperatur. Er bezeichnet den 'Druck eines Gases (Dampfes), das sich bei einer bestimmten Temperatur mit seiner kondensierten Phase im Gleichgewicht befindet' [Atkins].
  Leichtflüchtige Stoffe (z.B. Ether) haben einen hohen, schwerflüchtige Stoffe (z.B. Öle) einen niedrigen Dampfdruck. Die Kenntnis des Dampfdrucks ist u.a. wichtig für die Abschätzung, in welchem Umfang ein Stoff aus einem Abwasser in die Luft übertreten kann [Stephan].

- Durch **Dampfdruckkurven** wird bei Flüssigkeits-/Gasgleichgewichten die Temperaturabhängigkeit der Dampfdrücke beschrieben.

- **Dampfentfetten** bezeichnet ein Reinigungsverfahren, bei dem Lösemitteldampf Reinigungsgut überströmt und daran kondensiert. Das abrieselnde Kondensat entfernt aus vorangegangenen Reinigungsschritten verbliebene lösliche Kontaminationen von der Reinigungsgutoberfläche. Aufgrund der hohen Reinheit des Lösemitteldampfes und der daraus folgenden Qualität des Entfettungsprozesses wird das Dampfentfetten oft als letzte Reinigungs- (bzw. Spül-)stufe eingesetzt.
- **Dampfreinigen** s. → *Dampfentfetten*
- **Dekapieren** ist ein naßchemischer Prozeß, bei dem in einem leicht sauren Bad (Mineralsäure < 10 %) alkalische Metalloberflächen nach der elektrolytischen Entfettung (Galvanik) neutralisiert werden, um entstandene Metalloxide bzw. Metallabscheidungen zu entfernen.
- Ein **Demistor** ist eine Trennvorrichtung, in dem aus einem Gasgemisch feinste Flüssigkeitströpfchen durch mechanische Kräfte abgeschieden werden.
- **Demulgatoren** sind Stoffe, die das sogenannte Brechen oder Spalten einer → *Emulsion* in getrennte flüssige Phasen bewirken.
- **Desorption** ist das Entfernen eines adsorbierten Stoffes (→ *Adsorptiv*) von der Oberfläche des → *Adsorbens*. Sie kann durch Temperaturerhöhung, Druckerniedrigung oder durch Verdrängung realisiert werden.
- **Destillation** ist ein thermisches Trennverfahren, das zur Auftrennung von Flüssigkeitsgemischen dient. Durch Zufuhr von Wärme wird ein Teil des Flüssigkeitsgemisches verdampft. Dabei reichern sich die leichterflüchtigen Komponenten in der Dampfphase (Brüden) an, welche in der Regel in einem → *Kondensator* niedergeschlagen werden. Im Destillationsrückstand (Sumpf) nimmt der Anteil der schwererflüchtigen Komponenten zu [Schlünder, Thurner].
- **Destillen** dienen in der Reinigungstechnik zur Aufbereitung von verunreinigtem Lösemittel. Das flüssige Verunreinigung-Lösemittel-Gemisch wird auf eine geeignete Temperatur erhitzt, wobei bevorzugt die Lösemittelkomponente verdampft; s. a. → *Destillation*.
- **Direkteinleiter** sind Abwassereinleiter, die das aus Anlagen in ihrer Zuständigkeit anfallende Abwasser nach geeigneter Behandlung unmittelbar in ein Gewässer einleiten. Eine weitere Behandlung des Abwassers, z.B. in einer öffentlichen Abwasserbehandlungsanlage findet dabei nicht statt. Große Unternehmen mit verschieden belasteten Abwasserströmen, z.B. aus dem Bereich der Chemieindustrie, sind oft sowohl Direkt- als auch Indirekteinleiter.
  Soweit durch die zuständige Wasserbehörde keine über die Mindestanforderungen nach § 7a WHG hinausgehenden Anforderungen (strengere Anforderungen) gestellt werden, ergeben sich die Anforderungen an die Direkteinleitung von Abwasser aus den AbwasserVwV des Bundes [Stephan].
- **Druckumfluten** ist ein Reinigungsverfahren, bei dem Lösemittel aus einem Reinigungsbad abgesaugt und mit erhöhtem Druck in dasselbe Reinigungsbad unterhalb des Badspiegels zielgerichtet auf das Reinigungsgut zurückgeflutet wird. Die dabei erzielte hohe Relativgeschwindigkeit zwischen Reinigungsgut und Lösemittel erhöht die Reinigungsleistung des Bades; s.a. → *Hydroson*.

- Unter der **Durchbruchskapazität eines Adsorbers** wird die Grenzbeladung des → *Adsorbens* verstanden, bei deren Überschreitung das → *Adsorptiv* nicht mehr vollständig adsorbiert wird.

- **Einkammer- oder Kompaktanlage**: Bei den Einkammer- oder Kompaktanlagen werden die Warenkörbe in die Arbeitskammer eingebracht und die Badlösungen aus den Vorratstanks in die Kammer gepumpt. Es sind alle mechanischen Verfahren (Ultraschall, Druckfluten, Spritzen, etc.) möglich. Warenbewegung ist möglich.

- **Eloxieren** ist ein naßchemischer Prozeß, bei dem unter Zuhilfenahme von elektrischem Strom definierte Oxidschichten (Eloxalschichten) auf Aluminium erzeugt werden.

- **Elution** ist das Herauslösen bzw. Verdrängen von adsorbierten Stoffen aus Adsorbentien und → *Ionenaustauschern* (gebräuchliche Bezeichnung in der Chromatographie).

- **Emission** bezeichnet die von einer festen oder beweglichen Anlage oder von Produkten an die Umwelt abgegebene Luft-, Wasser- und Bodenverunreinigungen, Geräusche, Strahlen, Wärme, Erschütterungen und ähnliche Erscheinungen. Das sogenannte **Emissionsprinzip** ist bei der Festlegung von zulässigen Belastungen der Umwelt das Pendant zum → *Immissionsprinzip*. Nach dem Emissionsprinzip gelten gleiche Anforderungen (z.B. an die Beschaffenheit von Abwasser bei Einleitung in ein Gewässer) für alle Emittenten, unabhängig davon, wie groß die Vorbelastung des von der Emission betroffenen Ökosystems ist. Das Emissionsprinzip zielt entsprechend dem Vorsorgeprinzip darauf ab, die Gewässer jeweils so zu schützen, wie dies nach dem technischen Entwicklungsstand möglich ist. Mit dem Emissionsprinzip kann dem Grundsatz ‘so wenig Gewässerverunreinigung wie vernünftigerweise möglich’ entsprochen werden. Ferner wird dem Verursacherprinzip und den Forderungen nach Wettbewerbsgleichheit Rechnung getragen. Das Emissionsprinzip ist maßgeblich bei der Bestimmung der Anforderungen an die Abwassereinleitung in Deutschland. Falls die emissionsbezogenen Mindestanforderungen an die Einleitung von Abwasser nicht ausreichen, um die angestrebten Gewässerschutzziele zu erfüllen, können durch den wasserrechtlichen Vollzug im Einzelfall strengere Anforderungen bis hin zum Einleitungsverbot gestellt werden. Diese Anforderungen werden unter Anwendung des → *Immissionsprinzips* abgeleitet [Stephan].

- Ein **Emulgator** ist ein Hilfsmittel zur Herstellung und zur Stabilisierung von Emulsionen. Emulgatoren sind Stoffe mit einer polaren (hydrophilen) und einer unpolaren (hydrophoben) Gruppe im Molekül.

- Eine **Emulsion** ist ein disperses System aus zwei oder mehreren ineinander unlöslichen Flüssigkeiten.

- **Endreinigung** ist die letzte Reinigung vor der Fertigstellung eines Werkstücks.

- Bei einer **Extraktion** wird ein zu extrahierender Stoff mit Hilfe eines sekundären Lösemittels (**Extraktionsmittel**) aus der Lösung dieses Stoffes in einem primären Lösemittel herausgelöst.

- **Fällen** ist das Abscheiden von festen Substanzen aus einer Lösung durch Überschreiten des Löslichkeitsproduktes der zu bildenden Substanz. Dies geschieht durch Einführen geeigneter Keimbildungszentren, Temperaturerniedrigung oder den Zusatz von im Lösemittel löslichen Stoffen.

  Beispiel: Bei der Abwasserbehandlung werden Schwermetalle durch Zugabe von Natronlauge und Kalkmilch (Hydroxidfällung) oder durch Sulfidlösung (Sulfidfällung) aus dem Abwasser entfernt.

- **Filtrieren** ist das Abtrennen von festen Bestandteilen aus Flüssigkeiten oder Gasen mit Hilfe eines Filtermittels, das nur für die fluide Phase durchlässig ist.

- **Fluten** bezeichnet die zügige Lösemittelzufuhr in einen Behälter bis zum Sollfüllstand.

- **Flutbehälter** s. → *Vorratstank*

- Das **Gaspendelverfahren** beschreibt den Gasaustausch beim Befüllen- und Entleeren der stationären Behälter einer Reinigungsanlage (hier → *Vorratstanks*) aus instationären Lösemittelbehältern (hier Kontainer). Vorratstank und Kontainer werden durch einen Lösemittelschlauch und die sogenannte Gaspendelleitung miteinander verbunden. Beim Umpumpen des Lösemittels wird aus dem Behälter, der befüllt wird, die lösemittelgesättigte Luft in den anderen Behälter verdrängt.

- Eine ***Grundoperation*** (unit operation) ist der einfachste Vorgang bei der Durchführung eines Verfahrens (nach DIN 28 004) [Stephan].

- Mit **HKW** werden **h**alogenierte **K**ohlen**w**asserstoffe abgekürzt; s.a. → *CKW*.
  Halogenierte Kohlenwasserstoffe (HKW): Sammelbezeichnung für organisch-chemische Verbindungen, die Halogene enthalten. Halogene wiederum ist Sammelbegriff für die chemischen Elemente Fluor, Chlor, Brom und Iod. Hierzu zählen z.B. ozonschädigende Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) oder chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW), als besonders wichtige Gruppe der HKW. HKW werden über den AOX im Abwasser erfaßt (allerdings nur, soweit es sich nicht um Verbindungen von Fluor und Kohlenwasserstoffen handelt, da organisch gebundenes Fluor vom AOX verfahrensbedingt nicht erfaßt wird). Insoweit sind sie abwasserabgabenrelevant [Stephan].

- **Hochdruckfluten** s. → *Hydroson*

- **Hydroson** (**auch Druck-Sog-Verfahren**) ist ein Reinigungsverfahren, bei dem Lösemittel aus einem → *Bad* oder einer → *Arbeitskammer* abgezogen und mit hohem Druck (> 15 bar) in denselben Behälter unterhalb des Flüssigkeitsspiegels zielgerichtet auf das Reinigungsgut zurückgepumpt wird. Die dabei erzielte hohe Relativgeschwindigkeit zwischen Reinigungsgut und Lösemittel erhöht die Reinigungsleistung des Bades wesentlich.

- Unter **Immission** werden die Einwirkungen von Luft-, Wasser- und Bodenverunreinigungen, Lärm, Erschütterungen, Strahlen, Wärme und anderem auf Menschen sowie Tiere, Pflanzen und Materialien verstanden. Das sogenannte **Immissionsprinzip** bei der Ableitung von Grenzwerten ist das Pendant zum → *Emissionsprinzip*. Beim Immissionsprinzip richtet sich die Höhe der zulässigen

Emission des jeweiligen Verschmutzers danach, wie viel Belastung (z.B. Abwasserlast) das betroffene Ökosystem (z.B. Gewässer) noch aufnehmen kann, ohne daß das ökologische Gleichgewicht gestört oder vorhandene oder beabsichtigte Nutzungen beeinträchtigt werden. Das Immissionsprinzip erlaubt damit eine sukzessive Ausschöpfung der Aufnahmekapazität der Gewässer, führt jedoch ggf. zu einer ungerechten Behandlung neu hinzukommender Einleiter (da hierbei zwangsläufig bereits vorhandene Belastungen zu berücksichtigen sind), verursacht somit Wettbewerbsverzerrungen und kompliziert die Kontrolle der Abwassereinleitungen. In Deutschland gilt deshalb bei der Festlegung von Grenzwerten im Abwasserbereich das → *Emissionsprinzip*. Falls die emissionsbezogenen Mindestanforderungen an die Einleitung von Abwasser nicht ausreichen, um die angestrebten Gewässerschutzziele (Zielvorgaben) zu erfüllen, können durch den wasserrechtlichen Vollzug im Einzelfall strengere Anforderungen bis hin zum Einleitungsverbot gestellt werden. Diese Anforderungen werden nach dem Immissionsprinzip abgeleitet [Stephan].

- **Injektionsflutwaschen** s. → *Hydroson*
- **Ionenaustauscher** sind feste, wasserunlösliche, hydratisierte Elektrolyte, die eine Ionenart (Anionen oder Kationen) leicht gegen OH^-- bzw. H^+-Ionen austauschen. Sie können aus anorganischen Materialien oder Harzen bestehen. Ihre technische Ausführung kann in Wechselpatronen oder stationär gestaltet sein.

  Beispiel: Ionenaustauscher zur Herstellung vollentsalzten Wassers (VE-Wasser).
- Die **IR-Spektroskopie** ist ein Verfahren der optischen Spektroskopie, bei dem die Absorptionsspektren von anorganischen und organischen festen, flüssigen oder gasförmigen Verbindungen zur qualitativen bzw. quantitativen Analyse herangezogen werden.
- **Kompaktanlage** siehe **Einkammeranlage**
- **Kondensation** ist das Verflüssigen eines Gases oder eines Dampfes durch Temperaturabsenkung oder Druckerhöhung.
- Ein **Kondensator** wird für die Änderung des → *Aggregatzustandes* eines Stoffes von gasförmig nach füssig durch → *Kondensation* verwendet.
- **Kondensatwäsche** s. → *Dampfentfetten*
- Unter **Konservieren** wird das Aufbringen eines Konservierungs- oder Passivierungsmittels auf eine Metalloberfläche verstanden, um Korrosion bei der Lagerung oder nach der Montage zu verhindern.
- Unter **Kühlschmierstoffen** (KSS) werden Bearbeitungshilfsstoffe für die spanende Fertigung verstanden. Es gibt zwei Arten von Kühlschmierstoffen:
  - **n**icht**w**asser**m**ischbare (**nwm**) **KSS**
    Hauptbestandteile: synthetische oder native Öle und
  - **w**asser**m**ischbare (**wm**) **KSS**
    Emulsionen, bestehend aus Wasser (Wärmeabfuhr) und einem Anteil von 2-10 % organischen Zusätzen (Öl: erlaubt das Gleiten zwischen Werkzeug und

Reinigungsgut; und Emulgatoren: bifunktionelle organische Substanzen, Phasenvermittler).

- Die **Leitfähigkeit** (eines Reinigungsbades oder Spülwassers) ist ein Maß für den Ionengehalt der Flüssigkeit (Reiniger-, Salzkonzentration).

- **Leitparameter** sind einfach zu erfassende Meßgrößen, die gleichsam stellvertetend für die eigentlich zu begrenzenden, aber nicht oder nur mit hohem Aufwand nachzuweisenden Stoffe festgesetzt werden. Als Leitparameter sind jene Stoffe oder Stoffgruppen geeignet, deren Konzentrationsänderungen weitgehend analog mit den Parametern erfolgt, an deren Stelle sie zur Überwachung des Abwasserstroms eingesetzt werden sollen.

  Beispielsweise kann zur Überwachung von Asbest (gefährlicher Stoff im Sinne von § 7a WHG) auf abfiltrierbare Stoffe abgestellt werden [Stephan].

- Die **letale Dosis** (LD) bezeichnet die für Mensch oder Tier innerhalb eines bestimmten Zeitraumes tödliche Dosis (aufgenommene Gesamtmenge) eines Stoffes. LD_{50} gibt bei Tierversuchen die mittlere tödliche Dosis an, bei der 50 % der Versuchstiere durch den Stoff getötet werden. LD_{100} kennzeichnet die absolut tödliche Dosis. Die LD wird ermittelt in Biotests mit den jeweiligen Einzelsubstanzen, wobei aus der Bestimmung der toxischen Wirkung auch Richt- oder Grenzwerte für die jeweiligen Stoffe abgeleitet werden können [Stephan].

- Die **letale Konzentration** (LC) bezeichnet die für Mensch oder Tier tödliche Konzentration eines Stoffes in der Luft bzw. im Wasser. LC_{50} gibt im Tierversuch (z.B. Fischtest) die mittlere tödliche Konzentration (50% der Versuchstiere werden innerhalb der Versuchszeit durch den betreffenden Stoff getötet), LC_{100} gibt die absolute tödliche Konzentration an [Stephan].

- **Lösemittel** sind Flüssigkeiten, die andere Stoffe lösen, ohne mit diesen zu reagieren. Wichtigstes und bekanntestes Lösemittel ist Wasser. Lösemittel finden Verwendung u.a. bei der Herstellung von Lacken, Anstrichen, Druckfarben und Klebstoffen. Es werden polare und unpolare Lösemittel unterschieden. Polare Lösemittel (z.B. Ethylalkohol, Aceton) besitzen eine gewisse Leitfähigkeit und lassen sich daher mit Wasser mischen. Unpolare Lösemittel (z.B. Benzol) sind unter Normalbedingungen nicht mit Wasser mischbar. Als Lösemittel können bei der Oberflächenreinigung von metallischen Reinigungsgütern, in der chemischen Reinigung von Textilien und zur Naturstoffextraktion auch chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW) eingesetzt werden. Diese chlorierten Lösemittel sind gesundheitsschädliche und wassergefährdende Stoffe. Der unsachgemäße Umgang führt zu erheblichen Grundwasserverunreinigungen [Stephan].

- **Lösemitteltrennung** s. → *Destillation*

- **Luftvolumenverschiebung** s. → *Gaspendelverfahren*

- Der **MAK-Wert** (**M**aximale **A**rbeitsplatz-**K**onzentration) ist die höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis auch bei wiederholter und langfristiger, in der Regel täglich 8-stündiger Exposition, jedoch bei Einhaltung einer durchschnittlichen Wochenarbeitszeit von 40 Stunden (bei

Vierschichtbetrieben 42 Stunden je Woche im Durchschnitt von vier aufeinanderfolgenden Wochen) im allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt und diese nicht unangemessen belästigt. Die aktuellen MAK-Werte, Änderungen und Neuaufnahmen werden jährlich von der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe herausgegeben und u.a. in der TRGS 900 veröffentlicht [Stephan].

- **Mehrkammeranlage, Reihenanlage**: Die Teile werden in Behältnissen (i.d.R. Warenkörbe, Gitterboxen) bewegt. In den Mehrkammertauchanlagen steht für jeden Verfahrensschritt ein Bad zur Verfügung. Die Warenkörbe werden mittels absetzbarer Drehgestelle oder eines Fahrwagens zu den einzelnen Bädern transportiert und auch im Bad (Warenbewegung) bewegt.
- **Membranfiltration** beschreibt Verfahren zur Abtrennung von Stoffen aus Flüssigkeiten mittels → *semipermeabler* Membranen.
- **Mikrofiltration** ist ein Membrantrennverfahren zur Abtrennung kolloidaler oder suspendierter Teilchen mit 0,1 - 100 µm Korngröße. Der Übergang zur → *Ultrafiltration* ist fließend.
- Ein **Molsorberbett** dient der → *Adsorption* von Lösemitteldämpfen aus der die Anlage verlassenden Abluft. Als → *Adsorbens* dienen sogenannte Molekularsiebe aus hochtemperaturbeständigen anorganischen Stoffen, *z.B. Zeolithe*.
- **NEC** (No Effect Concentration) ist die in der Regel in Tierversuchen ermittelte Konzentration, bei der keine Wirkung des zu beurteilenden Stoffes festgestellt werden kann. In dieser Arbeit werden aufgrund der Zugänglichkeit der Daten die für die Substanzen geltenden aktuellen Grenzwerte (→ *MAK*, → *TRK*) verwendet.
- **Nachreinigung/Nachspülen** [2] bezeichnet das Reinigungsverfahren im letzten Reinigungs/ Spülbad.
- Unter der **Nebenzeit** wird die Aktivzeit einer Anlage außerhalb der → *Arbeitszeit* verstanden. Sie umfaßt z.B. die Zeit für das Aufheizen und den Nachlauf der Reinigungsanlage, sowie die Pausen.
- **NHKW** steht für **n**icht**h**alogenierte **K**ohlen**w**asserstoffe. In diesem Projekt werden darunter Stoffe verstanden, die gemäß der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) in die Klasse AIII (A = nicht wassermischbar bei 15 °C, III = Flammpunkt des Stoffes zwischen 55 und 100 °C) eingestuft sind: Testbenzine, Isoparaffine, Alkoxypropanole.
- **Niederdruckwaschen** bezeichnet ein Reinigungsverfahren, bei dem die Entfernung von Graten, stark anhaftenden Verunreinigungen oder Spänen am Reinigungsgut außer acht gelassen werden kann.
- Die **ökologische Konzentration** (EC) bezeichnet die für das Biotop tödliche Konzentration eines Stoffes in der Luft bzw. im Wasser. EC50 ist jene Konzentration, bei der 50% der Organismen im betreffenden Biotop sterben [Stephan].

[2] spezifischer Ausdruck der Anlagenbetreiber

- In **Ölabscheidern** trennen sich vermischte wäßrige und ölige Phasen einer → *Reinigungslösung*. Voraussetzung ist eine geringe Füssigkeitsbewegung in dem entsprechenden Behälter. Aufgrund ihrer gegenüber Wasser geringeren Dichte steigen Öltröpfchen im Ölabscheider an die Oberfläche. Der dort entstehende Ölfilm kann durch einen Überlauf abfließen oder wird durch einen → *Ölskimmer* ausgetragen. → *Emulsionen* können in einem Ölabscheider nicht gespalten werden.

- **Ölskimmer** werden zum Zweck der Badaufbereitung für den mechanischen Austrag von auf wäßriger Phase schwimmendem Öl eingesetzt. Der Skimmer - ein Endlosband, -schlauch oder eine Scheibe - wird um eine Achse über der Badoberfläche gedreht und taucht zum Teil in das Bad ein. Aufgrund der Materialeigenschaften bleibt Öl am Skimmer haften und wird beim Umlauf aus dem Bad ausgetragen, Über der Badoberfläche wird das Öl dann mechanisch vom Skimmer abgestreift und abgeleitet.

- **Osmose** ist der Flüssigkeitsdurchtritt (Diffusion) eine → *semipermeable* Membran. Treibende Kraft für diesen Vorgang ist allein der Konzentrationsunterschied der gelösten Stoffe im Lösemittel auf den verschiedenen Seiten der Membran (osmotischer Druck).

- **Passivieren** ist das Erzeugen eines elektrochemischen Zustandes von Metalloberflächen, der durch ein stark verringertes Reaktionsvermögen mit einem gegebenen Medium gekennzeichnet ist; s.a. → *Konservieren*.

- **Perepherieanlagen** sind Anlagen, die für einen kontinuierlichen Betrieb der eigentlichen Reinigungsanlage beigestellt werden müssen.

  Beispiele: → Ultrafiltration, → Umkehrosmose, → Separator zur Pflege wäßriger Reinigungsbäder; externe → Destille zur Lösemittelreinigung bzw. -rückgewinnung.

- Ein **Permeat** ist das bei der → *Membranfiltration* entstehende Filtrat.

- Der **pH-Wert** einer Lösung ist ein Maß für die Wasserstoffionenkonzentration in einer Lösung. Er errechnet sich aus ihrem negativen dekadischen Logarithmus. Mit dem pH-Wert wird angezeigt, ob ein wäßriges Reinigungsbad sauer (pH < 7), neutral (pH = 7) oder basisch (alkalisch, pH > 7) ist.

- **Produktionsintegrierter Umweltschutz** bedeutet, '...daß Produktionsverfahren und Produkte bereits bei der Konzeption so ausgelegt, optimiert und aufeinander abgestimmt werden, daß Abgase, Abwässer und Abfälle weitgehend gar nicht erst entstehen, sondern möglichst umfassend schon an der Quelle vermieden werden. Unvermeidbare Reststoffe müssen im Sinne einer Kreislaufschließung oder Vernetzung entweder direkt wieder in den Produktionsprozeß zurückgeführt werden oder in anderen Prozessen als Roh- bzw. Hilfsstoffe wieder einsetzbar sein. Die Produkte selbst sollen aus umweltschonenden Stoffen hergestellt sein, sich durch umweltfreundliche Benutzbarkeit auszeichnen und am Ende der Produktlebenszeit in ihren Komponenten oder Ausgangsmaterialien weitgehend wiederverwertbar sein' [BMBF].

- **Quenchen** bezeichnet im materiellen Sinne ein vorzeitiges Beenden eines Prozesses (durch Abschrecken oder Löschen).

- **Reihenanlage** siehe **Mehrkammeranlage.**
- Unter **Reinigen** wird das Entfernen von → *Schmutz* von der Oberfläche des Reinigungsgutes verstanden.
- Mit **Reiniger** wird das aus dem Einkauf stammende Reinigungsmedium bezeichnet, d.h. das Lösemittel oder - im Falle der Reinigung im wäßrigen Medium - das noch nicht mit Wasser verdünnte Reinigerkonzentrat.
- In eine **Reinigungsaufgabenkategorie** fallen Verfahren, die bzgl. bestimmter Parameter (Teilegeometrie, Werkstoffe, Durchsatz, Dimensionierung der Anlage, Einschleppung von Verunreinigungen, Reinheitsgrad der Teile) gleiche Voraussetzungen haben.
- **Reinigungsbad** s. → *Bad*
- Mit **Reinigungslösung** wird das in der Anlage zirkulierende Reinigungsmedium bezeichnet, d.h. das Lösemittel, das mehr oder weniger abgereinigten Schmutz enthält oder - im Falle der Reinigung im wäßrigen Medium - das mit Wasser verdünnte Reinigerkonzentrat, das wiederum abgereinigten Schmutz enthält.
- Als **Reinigungszeit** wird die Zeit festgelegt, in der die Anlage während der Arbeitszeit tatsächlich arbeitet, d.h. Teile reinigt.
- **Regeneration** ist die Reaktivierung oder Wiederherstellung eines Stoffes oder Systems.
- **Retentat** ist die bei der Membranfiltration von der Membran zurückgehaltenen Flüssigkeit.
- **SAF** (**S**äure-**A**kzeptor-**F**ähigkeit) s. → *TSA*
- **Schwerkraftölabscheider** s. → *Ölabscheider*
- Mit **Schmutz** wird eine am betrachteten Ort (hier Oberfläche des Reinigungsgutes) unerwünschte Substanz bezeichnet.
- Als **Schwermetalle** werden Metalle mit einem spezifischen Gewicht von über 5,0 g/cm^3 (z.B. Eisen, Cadmium, Quecksilber u.a.) bezeichnet. Einige Schwermetalle sind in geringen Mengen lebensnotwendig (z.B. Eisen, Kupfer, Zink - sogenannte Spurenelemente). Viele Schwermetalle wirken giftig auf Mensch, Tier und Pflanze (z.B. Quecksilber, Cadmium). Schwermetalle werden in vielfältiger Weise industriell genutzt und können dabei auf verschiedenen Pfaden (Abfall, Abwasser, Abluft) in die Umwelt gelangen. Schwermetalle können sich über die Nahrungskette in Organismen anreichern [Stephan].
- **Sedimentation** ist das Bewegen disperser Teilchen in Gasen oder in Flüssigkeiten unter Einfluß von Schwer- oder Zentrifugalkraft aufgrund ihrer höheren Dichte.
- **Semipermeabel** bedeutet 'halbdurchlässig' und beschreibt Medien (z.B. in der → *Membranfiltration*), die nur für Stoffe bis zu einer bestimmten Teilchengröße durchlässig sind.
- Ein **Separator** wird zur Trennung verschiedener Phasen (z.B. Öl und Wasser) eingesetzt. Zur Erhöhung der Trennleistung wird das Verfahren unter Ausnutzung

von Zentrifugalkräften in einer rotierenden Trommel durchgeführt. Die Trennleistung ist abhängig von der Drehzahl, der Verweilzeit und der technischen Ausführung (z.B. Einbauten) des Separators.

- **Skimmer** s. → *Ölskimmer*
- **Sonderstabilisierte Lösemittel** sind → *Lösemittel* mit erhöhten Konzentrationen spezieller → *Stabilisatoren*, die der Versauerung des → *Lösemittels* bei der Anwendung in der industriellen Teilereinigung entgegenwirken sollen.
- **Sorption:** Sammelbezeichnung für alle physikalischen Vorgänge, bei denen ein Medium durch mit ihm in Berührung stehende andere Medien aufgenommen wird. Insbesondere werden Absorption, Adsorption, Persorption, Resorption und Desorption unterschieden. Die aufgenommene Substanz ist das Sorbat, die aufnehmende das Sorptionsmittel oder Sorbens [Stephan].
- Unter **Spritzen** wird in der Reinigungstechnik im Gegensatz zur → *Tauchreinigung* ein Vorgang verstanden, bei dem mit einer bestimmten Menge → *Reinigungslösung* bei einem bestimmten Druck das verschmutzte Reinigungsgut gezielt abgespritzt wird. Der Schmutz wird dadurch gelöst und entfernt. Durch ein geeignetes Düsensystem können auch Teile mit einer komplizierten Geometrie gereinigt werden. Als vorteilhaft kann weiterhin angesehen werden, daß das verschmutzte Reinigungsmedium sofort abläuft.
- **Spritzreinigung** s. → *Spritzen*
- **Spülbad** s. → *Bad*
- **Spülen** ist in der Regel der sich an die Reinigung anschließende Prozeßschritt. Dabei wird mit sauberem Medium der mit Schmutz belastete Reiniger abgespült, um anschließend eine fleckenfreie Trocknung zu gewährleisten. Aus chemischer Sicht handelt es sich um eine Flüssig-Flüssig-Extraktion.
- **Stabilisatoren** sind Gemische verschiedenartiger Chemikalien, die - dem → *Lösemittel* beigemischt - seine chemische Zersetzung bei Lagerung und Gebrauch verhindern.
- Unter dem **St.d.T.** (Stand der Technik) wird der Entwicklungsstand in der Praxis verfügbarer fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen verstanden. *Die EG-Gewässerschutzrichtlinie spricht vom besten verfügbaren technischen Hilfsmittel*
  Unter dem **'Stand der Technik' (St.d.T.)** wird der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen verstanden, der die praktische Eignung einer Maßnahme zur Begrenzung von Emissionen und zum Schutz der Gesundheit der Beschäftigten gesichert erscheinen läßt, ohne daß die Umwelt in anderer Weise schädlicher beeinträchtigt wird. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg im Betrieb erprobt worden sind. Stand der Technik heißt somit, daß eine verfügbare Anlage genügt, deren Erfolg und wirtschaftliche Tragfähigkeit für vergleichbare Fälle gesichert erscheint [Stephan].

- **Stand der Wissenschaft und Technik (St.d.W.u.T.):** Höchstes Anforderungsniveau, das an die Behandlung von Abwässern gerichtet werden kann. Es kennzeichnet den neuesten Stand wissenschaftlich-technischer Erkenntnisse, der zur Reinigung der Abwässer generell verfügbar ist. Dieses Anforderungsniveau gilt z.B. für die Behandlung von Abwasser aus Anlagen, in denen mit gentechnisch veränderten Organismen im Labor- oder Produktionsmaßstab umgegangen wird. Die rechtlichen Zusammenhänge zwischen Gentechnikrecht und Wasserrecht werden wie folgt charakterisiert: Im Rahmen des Gentechnikrechts stehen die von gentechnisch veränderten Organismen möglicherweise ausgehenden Gefahren im Vordergrund und es wird eine nach 4 Risikoklassen der eingesetzten Organismen unterschiedliche (nach dem Gefährdungspotential gestaffelte) zielgerichtete Behandlung von Abwasserströmen oder Abwasserteilströmen verlangt. Das Wasserrecht bezieht sich dagegen auf die Gesamtbehandlung des Abwassers End-of-the-Pipe, das ggf. nach dem Gentechnikrecht vorzubehandeln ist [Stephan].

- Mit der **Standzeit** wird die mögliche Arbeitszeit, während der ein Reinigungsmedium trotz Schmutzbelastung ausreichende Reinigungsergebnisse erzielt, beschrieben. Die Standzeit kann durch Maßnahmen der → *Badpflege* verlängert werden. Ist die Standzeit überschritten, muß das Reinigungs- bzw. Spülbad ersetzt oder entsprechend aufbereitet werden.

- **Station** [2]: In Anlagen mit mehreren → *Bädern* werden diese im allgemeinen gemäß ihrer örtlichen Abfolge als Stationen durchnumeriert.

- Mit **Stationarität** wird der Zustand einer Reinigungsanlage beschrieben, bei dem die eingetragene Schmutzmenge (Kühlschmierstoffe, Späne, etc.) durch integrierte → *Badpflege* entfernt wird und sich somit die Schmutzkonzentrationen c_{KSS} und $c_{Späne}$ zeitlich nicht verändern.

- **Tauchreinigung** s. → *Tauchbehandlung*

- Bei der **Tauchbehandlung** wird das Reinigungsgut vollständig in das Reinigungsmedium eingebracht und durch den Einfluß von Temperatur, Chemie und zusätzlicher Waschmechanik wie z.B. → *Ultraschall* oder → *Druckumfluten* vom Schmutz befreit. Vorteilhaft ist, daß das Reinigungsmedium die gesamte Oberfläche des Reinigungsgutes berührt. Es ist jedoch darauf zu achten, daß das belastete Reinigungsmedium anschließend wieder abgespült wird.

- Ein **Tauchbecken** ist der mit → *Reinigungslösung* gefüllte Behälter, in den bei der Tauchreinigung das Reinigungsgut eingebracht wird.

- **Tenside** (waschaktive Stoffe) setzen die Grenzflächenspannung herab und wirken oberflächenaktiv. Sie besitzen je eine funktionelle Gruppen mit hydrophilem und hydrophobem Charakter.

- Unter **Titration** wird die volumetrische Bestimmung der Konzentration einer Substanz durch Ausnutzung einer schnellen und quantitativ ablaufenden chemischen Reaktion verstanden.

[2] spezifischer Ausdruck der Anlagenbetreiber

- Der **TRK-Wert** (**t**echnische **R**icht**k**onzentration) im Sinne der GefStoffV bezeichnet die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem Stand der Technik erreicht werden kann. Sie ist als Anhaltspunkt für die zu treffenden Schutzmaßnahmen und die meßtechnische Überwachung am Arbeitsplatz heranzuziehen. Im Gegensatz zu den →*MAK-Werten* ist auch bei Einhaltung der TRK-Werte eine Gesundheitsgefährdung nicht vollständig auszuschließen [Stephan].

- **Trinkwasser** ist für die menschliche Ernährung und den unmittelbaren Gebrauch, z.B. zur persönlichen Hygiene geeignetes Wasser, das den Qualitätsanforderungen der Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung - TrinkwV) des Bundesgesundheitsministers genügt. Herausragende Güteanforderung an Trinkwasser sind die Abwesenheit von Krankheitserregern und Stoffen in Konzentrationen, die die Gesundheit schädigen können. Die Anforderungen an den Gehalt von Salzen sind dagegen z.B. im Vergleich zu Kesselspeisewasser gering. Trinkwasser muß farblos, klar, kühl und frei von fremdartigem Geruch und Geschmack sein. Es kann aus Grundwasser, Quellwasser, Oberflächenwasser, Niederschlagswasser, aber auch aus Meerwasser und Abwasser gewonnen werden [Stephan].

- **Trocknen** ist das thermische Entfernen (Desorbieren) einer Flüssigkeit von einem Feststoff. Es kann durch Heißluft und (Raumtemperatur-)Umluft sowie unter Zuhilfenahme von Vakuum beschleunigt werden.

- Mit **TSA** (**T**otale **S**äure-**A**ufnahmefähigkeit) wird die Menge Säure angegeben, die dem Lösemittel ohne Unterschreiten des pH-Wertes 7 zugegeben werden kann. Die Angabe erfolgt in Gew.-% NaOH.

- Unter **Ultrafiltration** wird die Trennung von Lösungen makromolekularer Stoffe (Größe 1 - 100 nm) durch eine Membran verstanden. Der Übergang zur → *Mikrofiltration* ist fließend.

- **Ultraschall** ist ein zusätzliches (mechanisches) Hilfsmittel zur Unterstützung der chemischen Reinigungswirkung der verschiedenen Medien (→ *wäßrig*, → *CKW* und → *NHKW*). Dabei wird durch einen Ultraschallgenerator über den Schallschwinger elektrische Energie in mechanische Energie des Mediums umgewandelt. Diese Mikroschwingungen werden an den Behälterwänden und der Phasengrenzfläche Medium/ Luft reflektiert und erzeugen ein diffuses Schallfeld, das an der Grenzfläche Reinigungsmedium/ Reinigungsgut die Verunreinigung mechanisch ablöst.

- **Umkehrosmose** (auch **RO: R**everse **O**smosis) bezeichnet das Drücken einer Flüssigkeit durch eine → *semipermeable* Membran entgegen dem vorherrschenden osmotischen Druck; s.a. → *Osmose*.

- Eine **Umkehrosmoseanlage** erzeugt durch das Zurückhalten der ionischen Stoffe mittels → *Umkehrosmose* entsalztes Wasser (Leitfähigkeit < 10 µS/cm, praktisch vergleichbar mit → *VE-Wasser*).

- **Umlufttrocknen** s. → *Trocknen*

- **Vakuumdestillation** bezeichnet die → *Destillation* einer Flüssigkeit an einem Zustandspunkt der → *Dampfdruckkurve*, der unter dem atmosphärischen

Normaldruck liegt. Für die hier betrachteten Lösemittel liegt der Vorteil der Vakuumdestillation in der Absenkung ihres Siedepunktes unter den bei Normaldruck und damit in der Vermeidung von Abbaureaktionen der Lösemittel durch die erniedrigte Arbeitstemperatur. Weitere Vorteile gegenüber der atmosphärischen → *Destillation* sind: bei Anwendung der Brüdenverdichtung ein geringer Energiebedarf und ein sekundärer Exschutz durch Unterdruck bei NHKW-Anwendungen.

- Eine **Vakuumdestille** wird zur produktschonenden Aufbereitung verschmutzter → *Reinigungslösungen* oder/und zur Erzeugung von Dampf für den Prozeßschritt → *Dampfentfetten* verwendet. Die Einstellung des für die → *Vakuumdestillation* geeigneten Unterdrucks erfolgt mittels Vakuumpumpen oder Gasstrahlern.
- **Vakuumverdampfung, Vakuumverdampfer** *s.* → *Vakuumdestillation, Vakuumdestille*
- **Vakuumtrocknen** s. → *Trocknen*
- Ganz allgemein wird unter einem **Verfahren** ein bestimmter Ablauf von chemischen, physikalischen oder biologischen Vorgängen zur Gewinnung, Herstellung oder Beseitigung von Stoffen oder Produkten (nach DIN 28 004) verstanden [Stephan].
- **VE-Wasser** bezeichnet **v**ollentsalztes **W**asser. Es besitzt eine sehr geringe → *Leitfähigkeit* (< 5 µS/cm) und wird in der Regel in → *Umkehrosmose*- oder → *Ionentauscheranlagen* erzeugt.
- **Verdampfen, Verdampfer** s. → *Destillation, Destille*
- **Verkocheinrichtung, Verkochen** s. → *Destillation, Destille*
- **Viton** ist ein in der Reinigungstechnik häufig verwendetes Dichtungsmaterial. Es ist über einen weiten Temperaturbereich (-5 bis 150 °C) beständig und bei CKW- und NHKW-Anwendungen einsetzbar. Der guten Beständigkeit gegenüber Mineralölen, Lösemitteln und neutralen wäßrigen Reinigern steht eine nur bedingte Einsatzfähigkeit bei höheren Temperaturen im stark sauren und alkalischen Bereich gegenüber.
- Ein **Vorratsbehälter** oder **Vorratstank** ist ein Behälter einer Reinigungsanlage zur Bevorratung von Lösemittel. Sie dienen auch als Speicher innerhalb verfahrenstechnischer Anläufe, z.B. beim → *Fluten* der → *Arbeitskammer* für das Reinigen oder Spülen.
- **Vorreinigung/Vorspülen** [2] bezeichnet mitunter das Reinigungs-/ Spülverfahren im ersten → *Reinigungs-/ Spülbad* einer Reinigungsanlage.
- **Zentrifuge** s. → *Separator*
- Als **Zwischenreinigung** wird eine grobe Abreinigung von Öl und/oder Spänen in der spanenden Fertigung bezeichnet.

[2] spezifischer Ausdruck der Anlagenbetreiber

- Unter **wäßrigen Medien** werden Reinigungslösungen aus Wasser und → *Reiniger* in Anwendungskonzentration (nach Herstellerangabe) verstanden.

D.3 Begriffe aus der Systemkostenanalyse

Mit Hilfe von **Abschreibungen** wird die Wertminderung eines Wirtschaftsgutes während der Nutzungsdauer erfaßt.

Besondere Fremdleistungskosten: Versicherungskosten, Kosten der Kreditinstitute für Sonderleistungen, Patente, Lizenzen, Rechts- und Beratungskosten (z.B. Prozeß- und Gerichtskosten, Sachverständigenhonorare).

Betriebsstoffe werden bei der Produktion verbraucht, gehen aber nicht in das Fabrikat ein (z.B. Reiniger, Energie).

Erlöse sind Entgelte aus dem Absatz von Gütern und Dienstleistungen.

Fixe Kosten / Erlöse sind zeitabhängig und fallen / entstehen unabhängig von der Höhe der Ausbringung konstant an.

Zu den **Fremdleistungskosten** zählen alle Kosten, die einem Betrieb durch Leistungen entstehen, die er von anderen Wirtschaftseinheiten bezieht, mit Ausnahme der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe. Andere Wirtschaftseinheiten können in diesem Fall andere innerbetriebliche Abteilungen oder außerbetriebliche Bereiche sein.

Folgende Fremdleistungskosten können unterschieden werden:

- Entsorgungskosten,
- Wartungs- und Instandhaltungskosten,
- Transportkosten für Güter- und Nachrichtenbeförderung,
- Gebühren, Steuern, Abgaben,
- Raumkosten,
- besondere Fremdleistungskosten

Hilfsstoffe sind Güter, die zwar auch Bestandteil der Fertigfabrikate werden, die aber wertmäßig oder mengenmäßig eine so geringe Rolle spielen, daß eine genaue Erfassung pro Stück unzweckmäßig ist.

Industriegüter sind Betriebsmittel, die durch Gebrauch der Produktion und Verwertung von Gütern und Dienstleistungen dienen können.

Zu den Industriegütern zählen:

- Anlagen und Maschinen
- Bauten
- Grundstücke

Mittels der **kalkulatorischen Abschreibung** wird die durch die betriebliche Nutzung der Industriegüter vorhandene Wertminderung als Kosten verrechnet.

Mit Hilfe der **kalkulatorischen Zinsen** werden die Kosten erfaßt, die das betriebsnotwendige Kapital verursacht, da es auch anderweitig gewinnbringend angelegt werden könnte.

Unter **Kapitalkosten** (kalkulatorische Kosten) versteht man die Kosten für den Einsatz von Industriegütern. Ferner zählen zu den Kapitalkosten auch die kalkulatorischen Zinsen auf das gesamte im Leistungserstellungsprozeß eingesetzte Kapital bzw. das betriebsnotwendige Kapital.

Unter **Kosten** versteht man den durch die Erstellung von Leistungen bewirkten, in Geldeinheiten ausgedrückten Verbrauch an Gütern und Dienstleistungen sowie öffentlicher Abgaben, oder (Bewerteter Verbrauch von Gütern und Dienstleistungen für den Zweck der Produktion von Gütern und Dienstleistungen).

Unter **Kostenarten** versteht man verschiedene Kostengruppen, in denen anfallende Kosten zusammengefaßt wurden. In einer Kostenart werden jeweils solche Kosten zusammengefaßt, die sich durch ein Merkmal von allen anderen eindeutig unterscheiden. Die in einem zu untersuchenden System anfallenden ökonomischen Aufwendungen werden **Kostenarten** zugeordnet. Folgende Kostenarten werden unterschieden:

- Materialkosten
- Personalkosten (= Kosten der menschlichen Arbeit)
- Kapitalkosten
- Fremdleistungen
- Kosten der menschlichen Gesellschaft

Mit Hilfe der **linearen Abschreibung** werden gleichbleibende Abschreibungsbeträge auf die gesamte Nutzungsperiode verteilt.

Die **Materialkosten** umfassen die Kosten für den Verbrauch an Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen. Zu den Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen zählen alle Güter, aus denen durch Umformung, Substanzänderung oder Einbau neue Fertigprodukte hergestellt werden.

Die Materialkosten ergeben sich, indem der mengenmäßige Verbrauch an Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen mit den entsprechenden Preisen bewertet wird.

Zu den **Personalkosten** zählen die Kosten, die durch den Produktionsfaktor Arbeit unmittelbar oder mittelbar entstanden sind. Sie beinhalten die Löhne und Gehälter einschließlich der Sozialabgaben.

Raumkosten: Miete, Pacht für die Überlassung von Immobilien sowie Kosten für Grundstücks- und Gebäudeleasing

Rohstoffe sind Stoffe, die als Hauptbestandteil in die Fertigfabrikate eingehen und einen wesentlichen Anteil am Wert des neuen Produktes darstellen.

Sozialabgaben bestehen aus den gesetzlichen und freiwilligen Sozialleistungen des Unternehmens z.B. Urlaubsgeld, Weihnachtsgratifikation.

Die **variablen Kosten** / Erlöse ändern sich im Gegensatz zu den fixen Kosten / Erlösen mit der Ausbringung.